



AND BEST IN CLASS R&D
ER SERVICE STRONGER PLATFORM TO ENHANCE CUST
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ EXTENDED PRODUCT OFFERING
КАБЕЛИ IN OGP AND INDUSTRIAL APPLICAT
LEADING TECHNOLOG
WORLDWIDE LEADER IN RENT

Prysmian
Group

Prismian Group

Мировой лидер кабельной индустрии компания Prismian Group объединила в себе два ведущих бренда: Prismian и Draka.

Prismian Group имеет подразделения в 50 странах мира, насчитывает 91 завод и 22 000 сотрудников.

Мы способствуем развитию мировой инфраструктуры, развиваясь в сферах энергетики, строительства, транспорта, нефтегазовой отрасли, судостроения, телекоммуникаций, мультимедия и многих других.

Опираясь на 130-летний опыт, и непрерывно инвестируя в исследования и разработки, мы демонстрируем высокое качество, четкое понимание потребностей рынка и фундаментальное единство всех разрабатываемых проектов, превосходя ожидания клиентов во всех отраслях на всех континентах.

Благодаря нашему опыту и стремлению к инновациям, мы являемся движущей силой развития индустрии. Мы объединяем возможности сегодня с решениями для завтра.

Мы шагаем в будущее!

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ

Задачи охраны окружающей среды и мнение общественности требуют, чтобы при проектировании новой трассы электроснабжения принимались во внимание аспекты охраны природы.

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена являются безопасными и безвредными для окружающей среды.

Кабельная система невидима. Кабельная трасса занимает сравнительно мало места, и обычно после монтажа грунт опять может быть использован по первоначальному назначению. В результате это может принести значительную экономию.

Также более важным становится вопрос снижения электрических и магнитных полей. Кабельную систему можно спроектировать в соответствии с различными требованиями к магнитному полю, внешние электрические поля при этом равны нулю.

Кабельные системы обеспечивают полную безопасность как для рабочего персонала, так и для населения, благодаря меньшему числу опасных ситуаций, связанных со случайным касанием или разрядом.

Надежность электросети является важным фактором, так как нарушение электроснабжения приводит к значительным экономическим последствиям. Кабельные системы менее подвержены неисправностям по сравнению с воздушными линиями электропередачи.

PRYSMIAN УСТАНОВЛИВАЕТ ВЫСОКИЕ СТАНДАРТЫ

Частичные разряды в изоляции кабеля считают одной из основных причин электропробоя. Наиболее признанные национальные и международные стандарты допускают разряды величиной до 5 пкКл. Тем не менее, наша цель заключается в том, чтобы не допустить поставок кабеля с обнаруживаемыми разрядами. Наша новая испытательная установка позволяет проверять кабели до 400 кВ с чувствительностью измерений, значительно превышающей приведенное выше требование.

Наша производственная деятельность сертифицирована в соответствии со стандартами системы управления качеством ISO 9001 и системы управления состоянием окружающей среды ISO 14001.

При использовании метода Prysmian "Совершенно сухая вулканизация и охлаждение" (разработанного компанией, когда она еще называлась Nokia Cables) изоляция остается абсолютно сухой в течение всего процесса изготовления.

Это препятствует образованию электрохимических триингов в течение всего срока службы кабеля. Наши высоковольтные кабели оборудованы металлическим гидроизолирующим слоем, защищающим изоляцию от влаги, содержащейся в почве.

Внедрив метод "Совершенно сухая вулканизация и охлаждение" (CDCC), компания Prysmian укрепила свои позиции как в качестве одного из известнейших производителей кабелей в мире, так и в качестве лидера в области кабелей XLPE с 1975 г.

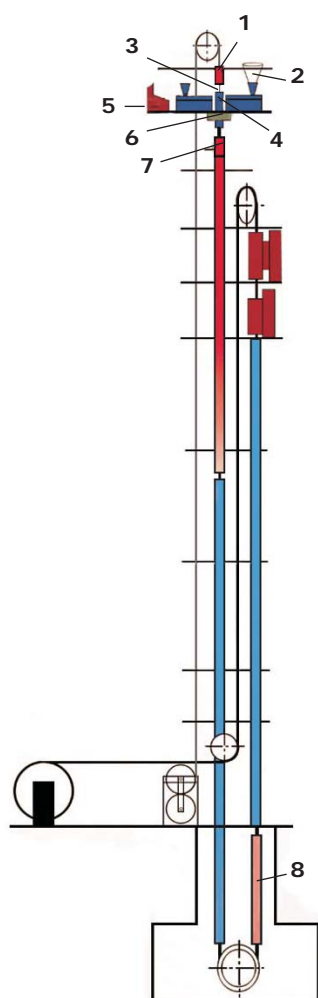
Экструзия электропроводящего экрана по жиле, слоя изоляции и электропроводящего экрана по изоляции осуществляется одновременно, т.е. происходит трехслойное экструдирование.

Вулканизация происходит в вулканизационной трубе с азотом под давлением. Помимо полностью сухой вулканизации, другой важной особенностью является охлаждение в сухих условиях.

Оно достигается путем использования азота.

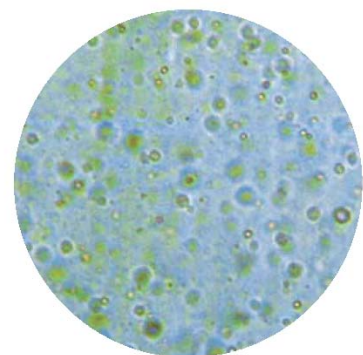
Изоляция не контактирует с водой в любой ее форме в течение всего процесса изготовления. Общепринятым фактом является то, что изоляция высоковольтных кабелей не должна содержать влаги, а исследования показывают, что это так же относится к изоляции XLPE.

Кабели Prysmian, изготовленные по технологии CDCC, демонстрируют высокое качество и долгий срок службы.

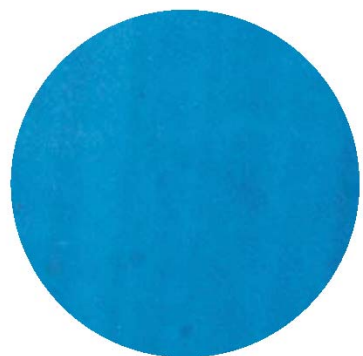


ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЛИНИЯ CDCC ДО 420 КВ

1. Предварительный нагрев жилы
2. Чистая комната. Подача изоляционного материала под действием силы тяжести
3. Контроль чистоты материалов на линии
4. Экструдер с 3 головками
5. Управление технологическим процессом Autocure 3
6. Измерение толщины слоев с помощью рентгеновского излучения
7. Последующий нагрев
8. Релаксация на линии



Изоляция из сшитого полиэтилена, полученная в результате традиционного процесса



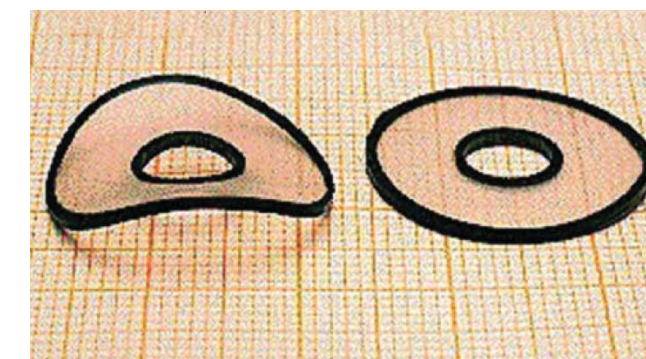
Изоляция из сшитого полиэтилена, полученная в результате процесса CDCC.

Впервые в мире, начиная с 1994 г., наша технологическая линия была оборудована уникальной системой релаксации на линии, которая дает кабелям следующие преимущества:

- повышенную устойчивость к импульсам напряжения
- меньшие внутренние механические напряжения
- минимальную усадку изоляции

Устройство релаксации на линии состоит из дополнительной зоны нагрева, расположенной в средней части секции охлаждения линии вулканизации. Поверхность изоляции нагревается и затем снова охлаждается. Такая обработка значительно уменьшает как внутренние механические напряжения, так и усадку изоляции XLPE.

Два образца из одного кабеля после одинаковых испытаний. Единственным отличием между образцами является использование релаксации. (без релаксации - слева, с релаксацией - справа)



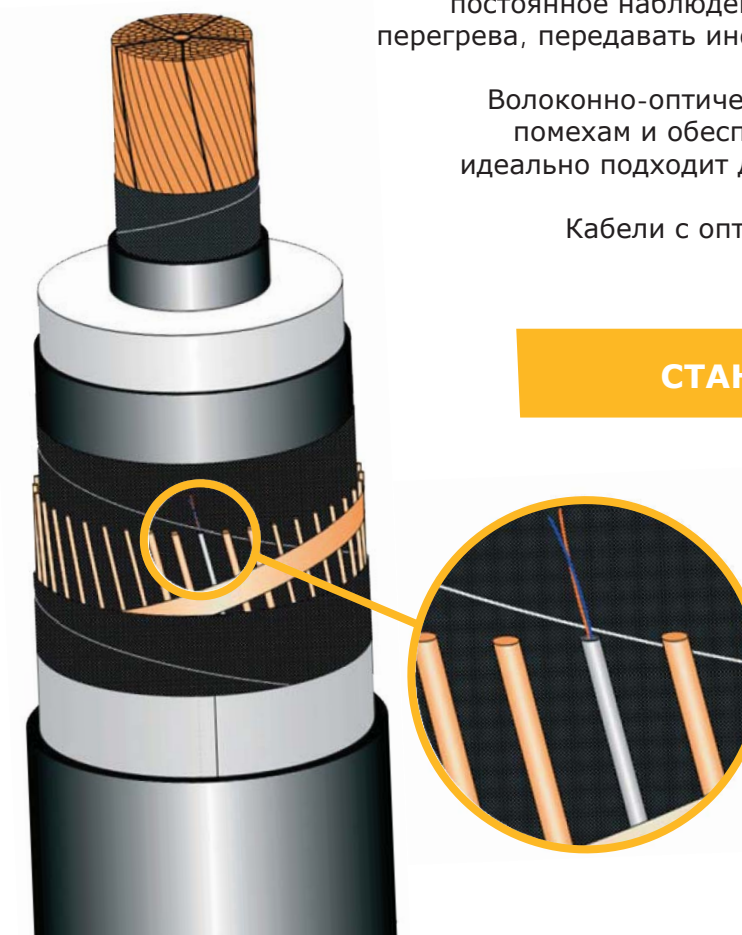
ВСТРОЕННЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ БЛОК

Оптические волокна в силовых кабелях могут использоваться для измерения фактической температуры вдоль кабельной линии или для передачи данных. Группы волокон обычно располагаются под свинцовой оболочкой или между проволочками экрана.

Текущий контроль температуры дает возможность осуществлять постоянное наблюдение за температурой кабеля, определять места перегрева, передавать информацию о режиме работы, оценке состояния и параметрах электросети.

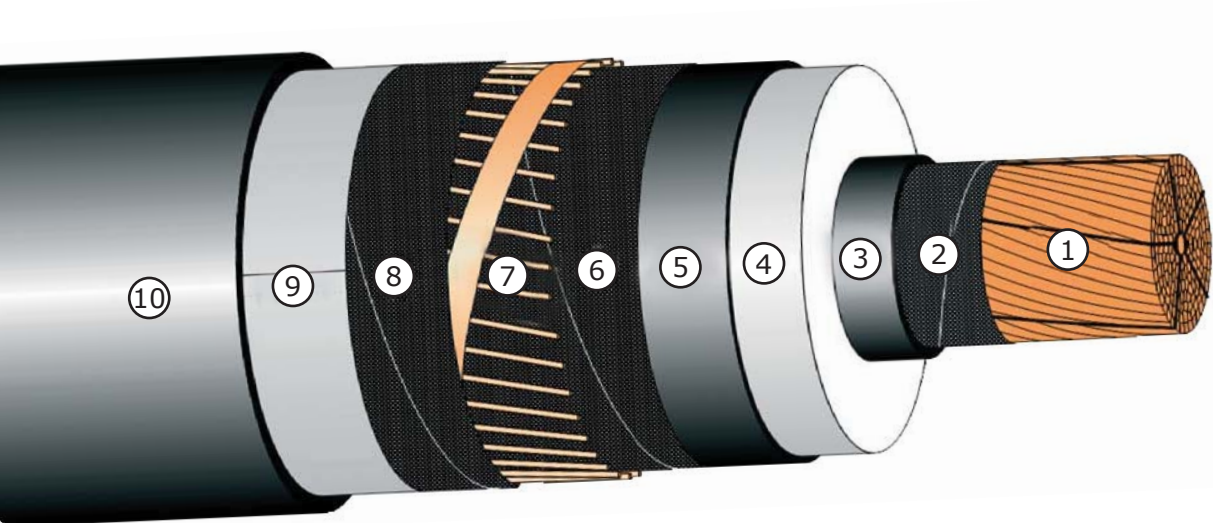
Волоконно-оптический блок невосприимчив к электромагнитным помехам и обеспечивает надежное измерение температуры, он идеально подходит для использования в высоковольтных кабелях.

Кабели с оптическими волокнами обозначаются буквой "F", например, НХСНВМК-2F.



СТАНДАРТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЕЙ

Мы изготавливаем высоковольтные кабели в соответствии с любыми международными или национальными стандартами. Две наиболее типичные стандартные конструкции приведены на страницах 6-7.



1. Жила

Водонепроницаемая в продольном направлении, сегментная скрученная и уплотненная из меди или алюминия

2. Связывающие ленты

Полупроводящие гидроизолирующие ленты и связывающие ленты

3. Электропроводящий экран по жиле

Полученный путем экструзии полупроводящий полимерный состав

4. Изоляция

Полученный путем экструзии сверхчистый состав XLPE

5. Электропроводящий экран по изоляции

Полученный путем экструзии полупроводящий полимерный состав

6. Подушка

Полупроводящие гидроизолирующие ленты

7. Металлический экран

Слой, образованный спиралью из медной проволоки и обратной спиралью из медной контактной ленты

8. Разделительная лента

Полупроводящие гидроизолирующие ленты и связывающие ленты

9. Барьер, препятствующий проникновению воды в поперечном направлении

Слой алюминиевой или медной фольги

10. Наружная оболочка

Полученный путем экструзии полиэтилен или HFFR



НХЛМК / АНХЛМК

ОДНОЖИЛЬНЫЙ СИЛОВОЙ КАБЕЛЬ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ XLPE СО СВИНЦОВОЙ ОБОЛОЧКОЙ

1. Жила

Водонепроницаемая в продольном направлении, сегментная скрученная и уплотненная из меди или алюминия

2. Связывающие ленты

Полупроводящие гидроизолирующие ленты и связывающие ленты

3. Электропроводящий экран по жиле

Полученный путем экструзии полупроводящий полимерный состав

4. Изоляция

Полученный путем экструзии сверхчистый состав XLPE

5. Электропроводящий экран по изоляции

Полученный путем экструзии полупроводящий полимерный состав

6. Подушка

Полупроводящие гидроизолирующие ленты

7. Металлическая оболочка

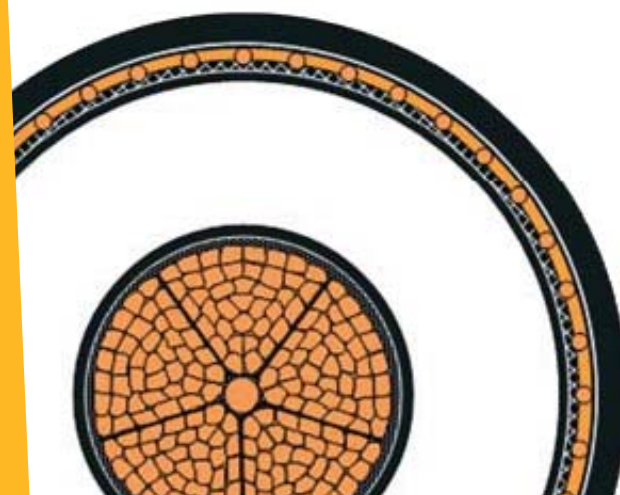
Полученный путем экструзии свинец, сплав E

8. Наружная оболочка

Полученный путем экструзии полиэтилен, ПВХ или HFFR

НХСНВМК / АНХСНВМК

ОДНОЖИЛЬНЫЙ СИЛОВОЙ КАБЕЛЬ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ XLPE С МЕДНЫМ СЕТЧАТЫМ ЭКРАНОМ И ОБОЛОЧКОЙ СО СЛОЕМ ФОЛЬГИ



КАБЕЛИ 72 КВ, 36/66 КВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
 $U_0/U = 38/66$ кВ
 $U_m = 72.5$ кВ
 $U_p = 325$ кВ
 Допустимые температуры нагрева
 • Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
 • Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
 Стандарт ГОСТ Р МЭК 60840

| | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|------|
| Номинальное сечение жилы | мм ² | 300 | 500 | 800 | 1200 | 1600 |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|------|

ДАнные о конструкции

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 60 | 67 | 74 | 83 | 90 |
| | С медной жилой | мм | 60 | 67 | 74 | 85 | 93 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 6800 | 8400 | 11000 | 14000 | 16500 |
| | С медной жилой | кг/км | 8750 | 12000 | 16000 | 22000 | 27500 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | м | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 66 КВ И 50 ГЦ

| | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------|------------------|----------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | Ω Ом/км | 0.1000 | 0.0605 | 0.0367 | 0.0247 | 0.0186 |
| | | | | 20°C | Ω Ом/км | 0.120 | 0.084 | 0.065 | 0.059 | 0.056 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.136 | 0.092 | 0.068 | 0.059 | 0.055 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | Ω Ом/км | 0.106 | 0.068 | 0.047 | 0.037 | 0.033 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.123 | 0.078 | 0.052 | 0.040 | 0.035 |
| | | | | 90°C | Ω Ом/км | 0.133 | 0.084 | 0.055 | 0.042 | 0.036 |
| Медная жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | Ω Ом/км | 0.0601 | 0.0366 | 0.0221 | 0.0151 | 0.0113 |
| | | | | 20°C | Ω Ом/км | 0.080 | 0.061 | 0.051 | 0.047 | 0.047 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.089 | 0.064 | 0.052 | 0.046 | 0.045 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | Ω Ом/км | 0.067 | 0.045 | 0.033 | 0.024 | 0.022 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.076 | 0.050 | 0.036 | 0.025 | 0.022 |
| | | | | 90°C | Ω Ом/км | 0.082 | 0.054 | 0.038 | 0.026 | 0.023 |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прил. | Ω Ом/км | 0.74 | 0.62 | 0.51 | 0.40 | 0.35 | | | | |
| Индуктивность | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.59 | 0.56 | 0.53 | 0.51 | 0.50 | | | |
| | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.40 | 0.37 | 0.34 | 0.33 | 0.32 | | | |
| Рабочая емкость | | мкФ/км | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 2.3 | 2.7 | 3.5 | 4.3 | 4.8 | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цель общего экрана | А | 435 | 575 | 750 | 910 | 1040 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 435 | 575 | 750 | 910 | 1040 |
| | | | Замкнута | А | 415 | 525 | 640 | 710 | 750 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 415 | 545 | 700 | 830 | 930 |
| | | Замкнута | А | 410 | 535 | 680 | 790 | 870 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 515 | 680 | 890 | 1080 | 1235 |
| | | | Замкнута | А | 490 | 625 | 770 | 860 | 920 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 490 | 645 | 830 | 990 | 1110 | |
| | Замкнута | А | 485 | 635 | 805 | 945 | 1045 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 685 | 930 | 1265 | 1555 | 1815 |
| | | | Замкнута | А | 660 | 865 | 1105 | 1270 | 1390 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 605 | 820 | 1095 | 1335 | 1535 |
| | | Замкнута | А | 600 | 810 | 1085 | 1320 | 1515 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | А | 560 | 730 | 940 | 1200 | 1390 | |
| | | Замкнута | А | 520 | 635 | 740 | 820 | 855 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | А | 535 | 685 | 860 | 1095 | 1240 | | |
| Замкнута | А | 525 | 670 | 820 | 1005 | 1105 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 660 | 865 | 1115 | 1415 | 1645 |
| | | | Замкнута | А | 620 | 765 | 900 | 1005 | 1055 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 630 | 815 | 1025 | 1305 | 1485 |
| | Замкнута | А | 620 | 795 | 980 | 1205 | 1335 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 880 | 1185 | 1585 | 2040 | 2420 |
| | | | Замкнута | А | 830 | 1065 | 1305 | 1505 | 1620 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | А | 775 | 1035 | 1355 | 1765 | 2065 | |
| Замкнута | А | 770 | 1025 | 1340 | 1685 | 1940 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 28.3 | 47.2 | 75.6 | 113.4 | 151.2 |
| Медная жила | кА | 42.8 | 71.4 | 114.2 | 171.4 | 228.5 |

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
 $U_0/U = 64/110$ кВ
 $U_m = 123$ кВ
 $U_p = 550$ кВ
 Допустимые температуры нагрева
 • Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
 • Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
 Стандарт ГОСТ Р МЭК 60840

КАБЕЛИ 123 КВ, 64/110 КВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

| | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|------|
| Номинальное сечение жилы | мм ² | 300 | 500 | 800 | 1200 | 1600 |
|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|------|

ДАнные о конструкции

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 67 | 74 | 82 | 92 | 99 |
| | С медной жилой | мм | 67 | 74 | 83 | 94 | 102 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 8100 | 10100 | 13000 | 16500 | 19000 |
| | С медной жилой | кг/км | 10050 | 13500 | 18500 | 24500 | 30000 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | м | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 110 КВ И 50 ГЦ

| | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------|------------------|----------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | Ω Ом/км | 0.1000 | 0.0605 | 0.0367 | 0.0247 | 0.0186 |
| | | | | 20°C | Ω Ом/км | 0.123 | 0.088 | 0.070 | 0.064 | 0.061 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.139 | 0.096 | 0.072 | 0.064 | 0.060 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | Ω Ом/км | 0.148 | 0.101 | 0.074 | 0.064 | 0.060 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.107 | 0.069 | 0.048 | 0.038 | 0.034 |
| | | | | 90°C | Ω Ом/км | 0.125 | 0.079 | 0.053 | 0.041 | 0.036 |
| Медная жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | Ω Ом/км | 0.0601 | 0.0366 | 0.0221 | 0.0151 | 0.0113 |
| | | | | 20°C | Ω Ом/км | 0.084 | 0.065 | 0.056 | 0.052 | 0.052 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.092 | 0.068 | 0.056 | 0.050 | 0.049 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | Ω Ом/км | 0.096 | 0.070 | 0.057 | 0.050 | 0.048 |
| | | | | 65°C | Ω Ом/км | 0.068 | 0.046 | 0.034 | 0.025 | 0.023 |
| | | | | 90°C | Ω Ом/км | 0.077 | 0.051 | 0.037 | 0.027 | 0.024 |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прил. | Ω Ом/км | 0.62 | 0.51 | 0.42 | 0.34 | 0.30 | | | | |
| Индуктивность | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.61 | 0.58 | 0.55 | 0.53 | 0.52 | | | |
| | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.42 | 0.39 | 0.36 | 0.35 | 0.33 | | | |
| Рабочая емкость | | мкФ/км | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.30 | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 3.3 | 3.8 | 4.6 | 5.6 | 6.2 | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цель общего экрана | А | 435 | 575 | 750 | 905 | 1035 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 435 | 575 | 750 | 905 | 1035 |
| | | | Замкнута | А | 410 | 515 | 625 | 690 | 730 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 415 | 545 | 700 | 830 | 930 |
| | | Замкнута | А | 410 | 530 | 675 | 785 | 860 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 510 | 675 | 885 | 1075 | 1230 |
| | | | Замкнута | А | 490 | 615 | 750 | 840 | 895 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 490 | 640 | 830 | 990 | 1110 | |
| | Замкнута | А | 485 | 630 | 800 | 940 | 1035 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 675 | 915 | 1235 | 1520 | 1775 |
| | | | Замкнута | А | 645 | 850 | 1075 | 1230 | 1350 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 605 | 815 | 1085 | 1325 | 1525 |
| | | Замкнута | А | 600 | 805 | 1070 | 1300 | 1490 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | А | 560 | 730 | 935 | 1190 | 1380 | |
| | | Замкнута | А | 510 | 625 | 720 | 790 | 825 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | А | 530 | 685 | 860 | 1085 | 1230 | | |
| Замкнута | А | 520 | 665 | 815 | 985 | 1080 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 660 | 860 | 1110 | 1410 | 1640 |
| | | | Замкнута | А | 610 | 750 | 875 | 970 | 1015 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 630 | 810 | 1025 | 1295 | 1475 |
| | Замкнута | А | 620 | 790 | 975 | 1190 | 1310 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 870 | 1165 | 1555 | 1995 | 2360 |
| | | | Замкнута | А | 815 | 1035 | 1270 | 1450 | 1565 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | А | 775 | 1035 | 1350 | 1745 | 2040 | |
| Замкнута | А | 770 | 1020 | 1330 | 1655 | 1900 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 28.3 | 47.2 | 75.6 | 113.4 | 151.2 |
| Медная жила | кА | 42.8 | 71.4 | 114.2 | 171.4 | 228.5 |

КАБЕЛИ 145 кВ, 76/132 кВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
U₀/U = 76/132 кВ
U_m = 145 кВ
U_p = 650 кВ
Допустимые температуры нагрева
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
Стандарт ГОСТ Р МЭК 60840

| | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----|------|------|------|
| Номинальное сечение жилы | мм ² | 500 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 |
| Площадь поперечного сечения экрана | мм ² | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

ДАННЫЕ О КОНСТРУКЦИИ

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 91 | 98 | 106 | 113 | 119 |
| | С медной жилой | мм | 91 | 100 | 108 | 115 | 122 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 7500 | 9000 | 11000 | 13000 | 14500 |
| | С медной жилой | кг/км | 11000 | 15000 | 19000 | 23500 | 28000 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | м | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 132 кВ И 50 ГЦ

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | ΩОм/км | 0.0605 | 0.0367 | 0.0247 | 0.0186 | 0.0149 |
| | | | | 20°C | ΩОм/км | 0.120 | 0.097 | 0.085 | 0.080 | 0.077 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.127 | 0.100 | 0.086 | 0.080 | 0.076 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | ΩОм/км | 0.083 | 0.060 | 0.049 | 0.043 | 0.040 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.091 | 0.063 | 0.050 | 0.044 | 0.040 |
| | | | | 90°C | ΩОм/км | 0.096 | 0.066 | 0.052 | 0.045 | 0.041 |
| Медная жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | ΩОм/км | 0.0366 | 0.0221 | 0.0151 | 0.0113 | 0.0090 |
| | | | | 20°C | ΩОм/км | 0.096 | 0.079 | 0.073 | 0.069 | 0.067 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.099 | 0.080 | 0.073 | 0.068 | 0.066 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | ΩОм/км | 0.059 | 0.042 | 0.035 | 0.032 | 0.030 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.062 | 0.043 | 0.036 | 0.031 | 0.029 |
| | | | | 90°C | ΩОм/км | 0.065 | 0.045 | 0.036 | 0.031 | 0.029 |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прил. ΩОм/км | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.62 | 0.58 | 0.56 | 0.54 | 0.53 | | | |
| Индуктивность | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.44 | 0.40 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | | | |
| Рабочая емкость | | μкФ/км | 0.14 | 0.18 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 5.8 | 7.3 | 8.3 | 9.2 | 10.0 | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цепь общего экрана | А | Б | В | Г | Д |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | 565 | 730 | 890 | 1015 | 1115 |
| | | | | Замкнута | 460 | 540 | 600 | 640 | 665 |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 525 | 670 | 800 | 895 | 965 |
| | | Замкнута | 500 | 615 | 715 | 780 | 830 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 665 | 865 | 1060 | 1215 | 1340 |
| | | | Замкнута | 555 | 655 | 735 | 785 | 820 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | 625 | 800 | 960 | 1080 | 1170 | |
| | Замкнута | 595 | 740 | 865 | 950 | 1015 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 875 | 1160 | 1450 | 1690 | 1890 |
| | | | Замкнута | 760 | 935 | 1085 | 1190 | 1270 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 795 | 1040 | 1285 | 1475 | 1625 |
| | | Замкнута | 770 | 985 | 1195 | 1350 | 1470 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | 715 | 955 | 1170 | 1350 | 1500 | |
| | | Замкнута | 535 | 620 | 670 | 705 | 730 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | 660 | 865 | 1030 | 1160 | 1255 | | |
| Замкнута | 610 | 760 | 865 | 945 | 1000 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 850 | 1135 | 1390 | 1610 | 1795 |
| | | | Замкнута | 645 | 755 | 825 | 870 | 905 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 790 | 1035 | 1235 | 1400 | 1525 |
| | Замкнута | 730 | 920 | 1055 | 1160 | 1230 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 1115 | 1520 | 1895 | 2235 | 2510 |
| | | | Замкнута | 905 | 1105 | 1250 | 1355 | 1430 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | 1005 | 1355 | 1670 | 1940 | 2150 | |
| Замкнута | 955 | 1250 | 1495 | 1690 | 1835 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|-------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 47.2 | 75.6 | 113.4 | 151.2 | 189.1 |
| Медная жила | кА | 71.4 | 114.2 | 171.4 | 228.5 | 285.7 |

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
U₀/U = 89/154 кВ
U_m = 170 кВ
U_p = 750 кВ
Допустимые температуры нагрева
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
Стандарт ГОСТ Р МЭК 60840

| | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----|------|------|------|
| Номинальное сечение жилы | мм ² | 630 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 |
| Площадь поперечного сечения экрана | мм ² | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

ДАННЫЕ О КОНСТРУКЦИИ

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 111 | 112 | 115 | 122 | 128 |
| | С медной жилой | мм | 111 | 112 | 117 | 124 | 131 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 11000 | 11500 | 12500 | 14500 | 16000 |
| | С медной жилой | кг/км | 15000 | 16500 | 20500 | 25000 | 29500 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | м | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.6 | |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 145 кВ И 50 ГЦ

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | ΩОм/км | 0.0469 | 0.0367 | 0.0247 | 0.0186 | 0.0149 |
| | | | | 20°C | ΩОм/км | 0.110 | 0.100 | 0.089 | 0.083 | 0.080 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.114 | 0.102 | 0.089 | 0.082 | 0.079 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | ΩОм/км | 0.072 | 0.062 | 0.051 | 0.046 | 0.042 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.077 | 0.065 | 0.052 | 0.045 | 0.042 |
| | | | | 90°C | ΩОм/км | 0.081 | 0.068 | 0.053 | 0.046 | 0.042 |
| Медная жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | при 20°C | ΩОм/км | 0.0283 | 0.0221 | 0.0151 | 0.0113 | 0.0090 |
| | | | | 20°C | ΩОм/км | 0.091 | 0.083 | 0.076 | 0.072 | 0.070 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.092 | 0.083 | 0.075 | 0.070 | 0.068 |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | ΩОм/км | 0.053 | 0.044 | 0.037 | 0.034 | 0.032 |
| | | | | 65°C | ΩОм/км | 0.055 | 0.045 | 0.037 | 0.032 | 0.030 |
| | | | | 90°C | ΩОм/км | 0.057 | 0.046 | 0.037 | 0.033 | 0.030 |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прил. ΩОм/км | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.64 | 0.61 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | | | |
| Индуктивность | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.45 | 0.42 | 0.39 | 0.38 | 0.36 | | | |
| Рабочая емкость | | μкФ/км | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 8.2 | 9.9 | 11.6 | 12.7 | 13.9 | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цепь общего экрана | А | Б | В | Г | Д |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | 635 | 715 | 870 | 995 | 1090 |
| | | | | Замкнута | 500 | 535 | 595 | 630 | 655 |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 590 | 660 | 785 | 875 | 945 |
| | | Замкнута | 550 | 605 | 700 | 765 | 815 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 760 | 855 | 1045 | 1195 | 1320 |
| | | | Замкнута | 605 | 655 | 730 | 780 | 815 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | 705 | 790 | 945 | 1065 | 1155 | |
| | Замкнута | 665 | 735 | 855 | 940 | 1005 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 990 | 1125 | 1420 | 1650 | 1845 |
| | | | Замкнута | 845 | 925 | 1080 | 1185 | 1265 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 905 | 1020 | 1265 | 1455 | 1605 |
| | | Замкнута | 870 | 975 | 1180 | 1335 | 1460 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | 805 | 935 | 1140 | 1320 | 1460 | |
| | | Замкнута | 570 | 610 | 665 | 695 | 720 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | 735 | 845 | 1005 | 1130 | 1225 | | |
| Замкнута | 665 | 745 | 850 | 925 | 975 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 960 | 1120 | 1370 | 1585 | 1765 |
| | | | Замкнута | 695 | 750 | 820 | 865 | 895 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | 880 | 1020 | 1215 | 1375 | 1495 |
| | Замкнута | 805 | 905 | 1045 | 1145 | 1215 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | 1250 | 1480 | 1855 | 2185 | 2455 |
| | | | Замкнута | 995 | 1100 | 1250 | 1360 | 1435 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | 1135 | 1335 | 1645 | 1910 | 2120 | |
| Замкнута | 1070 | 1235 | 1480 | 1675 | 1825 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|-------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 59.5 | 75.6 | 113.4 | 151.2 | 189.1 |
| Медная жила | кА | 90.0 | 114.2 | 171.4 | 228.5 | 285.7 |

КАБЕЛИ 245 кВ, 127/220 кВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
U₀/U = 127/220 кВ
U_m = 245 кВ
U_p = 1050 кВ
Допустимые температуры нагрева
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
Стандарт ГОСТ Р МЭК 62067

| Номинальное сечение жилы | | мм ² | 500 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 |
|--|---------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ДАнные о конструкции | | | | | | | |
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 74 | 82 | 92 | 99 | 105 |
| | С медной жилой | мм | 74 | 83 | 94 | 102 | 109 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 10100 | 13000 | 16500 | 19000 | 22000 |
| | С медной жилой | кг/км | 13500 | 18500 | 24500 | 30000 | 35500 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | | м | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 1.9 |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 220 кВ И 50 Гц

| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току при 20°C | ΩОм/км | 0.0605 0.0367 0.0247 0.0186 0.0149 | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | | | | |
| Медная жила | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | ΩОм/км | 0.089 | 0.070 | 0.064 | 0.061 | 0.062 | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.097 | 0.073 | 0.064 | 0.060 | 0.060 | | | | |
| | | Ом/км | 0.101 | 0.074 | 0.064 | 0.060 | 0.059 | | | | |
| | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | 0.070 | 0.048 | 0.039 | 0.034 | 0.032 | | | |
| | | 65°C | ΩОм/км | 0.080 | 0.053 | 0.042 | 0.036 | 0.034 | | | |
| | | 90°C | Ом/км | 0.085 | 0.056 | 0.043 | 0.037 | 0.034 | | | |
| Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C, прибл. | ΩОм/км | 0.0366 0.0221 0.0151 0.0113 0.0090 | | | | | | | | | |
| | | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.065 | 0.057 | 0.052 | 0.052 | 0.054 | | | | |
| | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | ΩОм/км | 0.068 | 0.057 | 0.051 | 0.050 | 0.051 |
| | | ΩОм/км | 0.070 | 0.057 | 0.050 | 0.048 | 0.049 | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.046 | 0.035 | 0.025 | 0.023 | 0.022 | | | | |
| 65°C | ΩОм/км | 0.052 | 0.037 | 0.027 | 0.024 | 0.022 | | | | | |
| 90°C | ΩОм/км | 0.055 | 0.039 | 0.028 | 0.024 | 0.022 | | | | | |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прибл. | ΩОм/км | 0.51 0.42 0.34 0.30 0.26 | | | | | | | | | |
| Индуктивность | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.58 0.55 0.53 0.52 0.51 | | | | | | | | |
| | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.39 0.36 0.35 0.33 0.32 | | | | | | | | |
| Рабочая емкость | | μкФ/км | 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 | | | | | | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 4.6 5.5 6.7 7.5 8.2 | | | | | | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цель общего экрана | А | 570 | 745 | 905 | 1030 | 1135 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 570 | 745 | 905 | 1030 | 1135 |
| | | | Замкнута | А | 515 | 620 | 685 | 725 | 745 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 540 | 695 | 830 | 925 | 1000 |
| | | Замкнута | А | 530 | 670 | 780 | 855 | 905 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 675 | 885 | 1075 | 1230 | 1355 |
| | | | Замкнута | А | 615 | 750 | 840 | 895 | 920 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 640 | 825 | 990 | 1110 | 1200 | |
| | Замкнута | А | 630 | 800 | 935 | 1035 | 1100 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 915 | 1235 | 1520 | 1770 | 1980 |
| | | | Замкнута | А | 845 | 1075 | 1230 | 1345 | 1415 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 815 | 1085 | 1325 | 1520 | 1680 |
| | | Замкнута | А | 805 | 1070 | 1300 | 1490 | 1635 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | А | 725 | 935 | 1190 | 1375 | 1530 | |
| | | Замкнута | А | 620 | 720 | 790 | 820 | 825 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | А | 685 | 860 | 1085 | 1230 | 1330 | | |
| Замкнута | А | 660 | 810 | 985 | 1075 | 1130 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 860 | 1110 | 1410 | 1635 | 1825 |
| | | | Замкнута | А | 750 | 875 | 970 | 1015 | 1030 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 810 | 1025 | 1290 | 1470 | 1600 |
| | Замкнута | А | 790 | 975 | 1185 | 1310 | 1380 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 1165 | 1555 | 1990 | 2360 | 2655 |
| | | | Замкнута | А | 1035 | 1265 | 1450 | 1565 | 1620 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | А | 1030 | 1350 | 1745 | 2035 | 2260 | |
| Замкнута | А | 1020 | 1325 | 1650 | 1895 | 2075 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|-------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 47.2 | 75.6 | 113.4 | 151.2 | 189.1 |
| Медная жила | кА | 71.4 | 114.2 | 171.4 | 228.5 | 285.7 |

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
U₀/U = 200/345 кВ
U_m = 362 кВ
U_p = 1175 кВ
Допустимые температуры нагрева
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
• Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
Стандарт ГОСТ Р МЭК 62067

КАБЕЛИ 362 кВ, 200/345 кВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

| Номинальное сечение жилы | мм ² | 500 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 |
|------------------------------------|-----------------|-----|-----|------|------|------|
| Площадь поперечного сечения экрана | мм ² | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |

ДАнные о конструкции

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 80 | 88 | 97 | 104 | 110 |
| | С медной жилой | мм | 80 | 89 | 100 | 107 | 114 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 6150 | 7700 | 9600 | 11500 | 13000 |
| | С медной жилой | кг/км | 9300 | 13500 | 18000 | 22000 | 26500 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | | м | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.1 | 2.3 |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 345 кВ И 50 Гц

| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току при 20°C | ΩОм/км | 0.0605 0.0367 0.0247 0.0186 0.0149 | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | | | | |
| Медная жила | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | ΩОм/км | 0.118 | 0.095 | 0.084 | 0.079 | 0.079 | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.126 | 0.098 | 0.085 | 0.079 | 0.079 | | | | |
| | | Ом/км | 0.131 | 0.101 | 0.086 | 0.079 | 0.079 | | | | |
| | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | 0.081 | 0.058 | 0.048 | 0.043 | 0.043 | | | |
| | | 65°C | ΩОм/км | 0.090 | 0.062 | 0.049 | 0.043 | 0.043 | | | |
| | | 90°C | Ом/км | 0.095 | 0.065 | 0.051 | 0.044 | 0.044 | | | |
| Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C, прибл. | ΩОм/км | 0.0366 0.0221 0.0151 0.0113 0.0090 | | | | | | | | | |
| | | Кабели в одной плоскости | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.094 | 0.081 | 0.072 | 0.068 | 0.066 | | | | |
| | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | 65°C | 90°C | ΩОм/км | 0.097 | 0.082 | 0.072 | 0.068 | 0.065 |
| | | ΩОм/км | 0.099 | 0.083 | 0.072 | 0.067 | 0.065 | | | | |
| | | ΩОм/км | 0.057 | 0.045 | 0.035 | 0.031 | 0.029 | | | | |
| 65°C | ΩОм/км | 0.061 | 0.046 | 0.035 | 0.031 | 0.029 | | | | | |
| 90°C | ΩОм/км | 0.064 | 0.047 | 0.036 | 0.031 | 0.029 | | | | | |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прибл. | ΩОм/км | 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 | | | | | | | | | |
| Индуктивность | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.60 0.57 0.55 0.53 0.52 | | | | | | | | |
| | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.41 0.38 0.36 0.35 0.33 | | | | | | | | |
| Рабочая емкость | | μкФ/км | 0.17 0.20 0.24 0.27 0.29 | | | | | | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 4.7 5.6 6.8 7.5 8.2 | | | | | | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цель общего экрана | А | 575 | 750 | 905 | 1035 | 1135 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 575 | 750 | 905 | 1035 | 1135 |
| | | | Замкнута | А | 465 | 550 | 610 | 650 | 675 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 540 | 690 | 815 | 910 | 985 |
| | | Замкнута | А | 510 | 630 | 730 | 795 | 845 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 680 | 885 | 1075 | 1235 | 1360 |
| | | | Замкнута | А | 560 | 665 | 745 | 795 | 830 | |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 640 | 820 | 975 | 1095 | 1185 | |
| | Замкнута | А | 605 | 760 | 880 | 970 | 1035 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 915 | 1235 | 1515 | 1765 | 1980 |
| | | | Замкнута | А | 790 | 980 | 1125 | 1235 | 1325 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 820 | 1085 | 1320 | 1515 | 1675 |
| | | Замкнута | А | 790 | 1025 | 1225 | 1385 | 1510 | | |
| 65°C | | На одном уровне | Разомкнута | А | 725 | 935 | 1190 | 1375 | 1530 | |
| | | Замкнута | А | 535 | 610 | 680 | 715 | 740 | | |
| | В треугольнике | Разомкнута | А | 670 | 845 | 1055 | 1185 | 1290 | | |
| Замкнута | А | 620 | 745 | 885 | 960 | 1020 | | | | |
| Медная | В земле 15°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 855 | 1115 | 1410 | 1635 | 1825 |
| | | | Замкнута | А | 650 | 750 | 830 | 880 | 915 | |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 800 | 1010 | 1265 | 1430 | 1555 |
| | Замкнута | А | 740 | 900 | 1075 | 1175 | 1250 | | | |
| | На воздухе 25°C | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 1145 | 1550 | 1985 | 2340 | 2640 |
| | | | Замкнута | А | 925 | 1120 | 1295 | 1410 | 1495 | |
| В треугольнике | | | Разомкнута | А | 1020 | 1345 | 1725 | 2005 | 2225 | |
| Замкнута | А | 965 | 1240 | 1535 | 1735 | 1890 | | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | | |
|------------------|----|------|-------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 47.2 | 75.6 | 113.4 | 151.2 | 189.1 |
| Медная жила | кА | 71.4 | 114.2 | 171.4 | 228.5 | 285.7 |

КАБЕЛИ 420 кВ, 220/400 кВ

Одножильные
высоковольтные
силовые кабели с
изоляцией из XLPE

ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ

Номинальное напряжение
 $U_0/U = 220/400$ кВ
 $U_m = 420$ кВ
 $U_p = 1425$ кВ

Допустимые температуры нагрева

- Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при постоянной работе 90°C
 - Максимально допустимая температура нагрева токопроводящей жилы при коротком замыкании 250°C (продолжительность не более 5 сек)
- Стандарт ГОСТ Р МЭК 62067

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|------|------|------|
| Номинальное сечение жилы | мм ² | 800 | 1000 | 1200 | 1600 |
| Площадь поперечного сечения экрана | мм ² | 95 | 95 | 95 | 95 |

ДАнные о конструкции

| | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр | С алюминиевой жилой | мм | 123 | 124 | 124 | 127 |
| | С медной жилой | мм | 122 | 123 | 125 | 128 |
| Вес нетто со свинцовой оболочкой | С алюминиевой жилой | кг/км | 13000 | 13500 | 14000 | 15500 |
| | С медной жилой | кг/км | 18500 | 20500 | 22000 | 26000 |
| Рекомендуемый минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке | м | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.6 | |

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ 400 кВ И 50 Гц

| | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|--------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току при 20°C | | $\Omega/\text{км}$ | 0.0367 | 0.0291 | 0.0247 | 0.0186 | | |
| | Электрическое сопротивление одной плоскости | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.101 | 0.094 | 0.090 | 0.085 |
| | | | 65°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.103 | 0.095 | 0.090 | 0.083 | |
| | | | 90°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.106 | 0.096 | 0.091 | 0.084 | |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.063 | 0.056 | 0.052 | 0.047 |
| | | | 65°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.066 | 0.057 | 0.052 | 0.046 | |
| 90°C | | | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.069 | 0.059 | 0.054 | 0.047 | | |
| Медная жила | Максимальное эл. сопротивление постоянному току при 20°C | | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.0221 | 0.0176 | 0.0151 | 0.0113 | | |
| | Электрическое сопротивление одной плоскости | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.084 | 0.079 | 0.077 | 0.074 |
| | | | 65°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.084 | 0.078 | 0.076 | 0.071 | |
| | | | 90°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.084 | 0.079 | 0.076 | 0.071 | |
| | Электрическое сопротивление переменному току, экраны соединены с обоих концов | Кабели в треугольнике | Температура жилы | 20°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.045 | 0.040 | 0.038 | 0.035 |
| | | | 65°C | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.046 | 0.040 | 0.038 | 0.033 | |
| 90°C | | | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.047 | 0.041 | 0.038 | 0.033 | | |
| Электрическое сопротивление постоянному току металлического экрана при 20°C, прил. 2 | | $\Omega/\text{м}/\text{км}$ | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | | | |
| Индуктивность | Кабели в одной плоскости | мГн/км | 0.62 | 0.60 | 0.59 | 0.57 | | | |
| | Кабели в треугольнике | мГн/км | 0.44 | 0.42 | 0.41 | 0.38 | | | |
| Рабочая емкость | | мкФ/км | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | | | |
| Зарядный ток | | А/км | 10.3 | 11.5 | 12.3 | 14.0 | | | |

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ

| Жила | Кабели проложены | Температура жилы | Способ прокладки | Цепь общего экрана | А | 800 | 1000 | 1200 | 1600 |
|-------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Алюминиевая | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 715 | 800 | 865 | 980 |
| | | | | Замкнута | А | 540 | 570 | 595 | 625 |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 660 | 725 | 775 | 865 |
| | | Замкнута | А | 605 | 660 | 700 | 760 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 855 | 960 | 1040 | 1185 |
| | | | | Замкнута | А | 655 | 700 | 730 | 775 |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 790 | 875 | 940 | 1055 | |
| | Замкнута | А | 735 | 805 | 855 | 935 | | | |
| | На воздухе 25°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 1125 | 1265 | 1390 | 1630 | |
| | | | Замкнута | А | 935 | 1015 | 1080 | 1185 | |
| | | В треугольнике | Разомкнута | А | 1025 | 1150 | 1250 | 1440 | |
| | Замкнута | А | 980 | 1090 | 1175 | 1330 | | | |
| Медная | В земле 15°C | 65°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 930 | 1045 | 1130 | 1300 |
| | | | | Замкнута | А | 615 | 645 | 660 | 690 |
| | | | В треугольнике | Разомкнута | А | 840 | 930 | 995 | 1115 |
| | | Замкнута | А | 740 | 805 | 840 | 910 | | |
| | | 90°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 1110 | 1255 | 1360 | 1570 |
| | | | | Замкнута | А | 755 | 795 | 820 | 860 |
| | В треугольнике | | Разомкнута | А | 1010 | 1130 | 1210 | 1365 | |
| | Замкнута | А | 905 | 985 | 1035 | 1135 | | | |
| | На воздухе 25°C | На одном уровне | Разомкнута | А | 1450 | 1670 | 1825 | 2160 | |
| | | | Замкнута | А | 1100 | 1195 | 1250 | 1355 | |
| | | В треугольнике | Разомкнута | А | 1320 | 1500 | 1630 | 1895 | |
| | Замкнута | А | 1230 | 1375 | 1470 | 1665 | | | |

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО ОДНОЙ СЕКУНДЫ

| | | | | | |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Алюминиевая жила | кА | 75.6 | 94.5 | 113.4 | 151.2 |
| Медная жила | кА | 114.2 | 142.8 | 171.4 | 228.5 |

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЦ

Значения электрических параметров и тока при длительной работе относятся к кабелям со свинцовой оболочкой обычной толщины. Толщина оболочки и особенно площадь поперечного сечения медного экрана могут изменяться в зависимости от требуемых значений тока короткого замыкания в оболочке или экране.

При циклической нагрузке может быть оправдано заметное увеличение допустимой нагрузки по току. Для расчета номинальных значений при циклической нагрузке обращайтесь к документу МЭК 60853.

В кабельных цепях без магнетонасыщенных материалов полные сопротивления прямой и обратной

последовательности равны и их можно определить из табличных значений сопротивления переменному току и индуктивности с необходимой поправкой для частоты, отличной от 50 Гц.

Полное сопротивление нулевой последовательности для жестко связанных систем приблизительно можно определить как сумму сопротивлений жилы и оболочки, а также реактивного сопротивления от соотношения диаметров оболочки и жилы при частоте от 50 до 60 Гц. Для точечной связанных систем сопротивление нулевой последовательности зависит от заземляющих проводов и любых других заземленных металлических объектов вдоль кабельной трассы.

ВЫБОР СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

Для передачи электрической энергии от электростанции до потребителя необходимы силовые кабели различной конструкции.

При выборе конструкции кабеля необходимо учитывать следующие факторы:

- Максимальное рабочее напряжение
- Класс изоляции
- Частота
- Выдерживаемая нагрузка
- График дневной нагрузки
- Величина и продолжительность возможных перегрузок по току фаза-фаза и фаза-земля
- Соединение между воздушной и кабельной линией (напрямую или через трансформатор)
- Класс изоляции оборудования (изоляторы оголенных проводов, разрядники и т.д.)
- Падение напряжения
- Длина линии
- Профиль линии
- Способ прокладки:
 - в земле (непосредственно или в трубе)
 - в воздухе (если в тоннеле, то его размеры и способ вентиляции)
- Физико-химические свойства грунта:
 - скала, песок, суглинок или болото; влажный или сухой
 - химические вещества, могущие вызвать коррозию и т.п.
 - максимальное термическое удельное сопротивление почвы
- Максимальная и минимальная температура окружающего воздуха и грунта, также необходимо помнить о находящихся вблизи трубопроводах горячей воды и других факторах, которые могут вызвать нагрев кабелей
- Технические условия и требования, которые необходимо соблюдать
- Кабель должен быть экономичным в эксплуатации; оптимальную площадь поперечного сечения можно определить исходя из стоимости кабеля и эксплуатационных расходов, определяемых потерями мощности в кабеле

НАПРЯЖЕНИЕ

Номинальное напряжение

Напряжение, которое лежит в основе определенных рабочих характеристик и условий испытаний, называется номинальным напряжением и обозначается U_0/U , где

U_0 = напряжение между жилой и землей или заземленным металлическим покрытием

(коаксиальным проводником, экраном, армировкой или металлической оболочкой)

U = напряжение между фазовыми проводниками

Рабочее напряжение

U_m = максимально допустимое длительное рабочее напряжение в электросети в любой момент времени и на любом участке сети, за исключением временных колебаний, в частности, возникающих во время коммутации или в случае неисправности.

В соответствии с техническими требованиями МЭК в трехфазных системах существуют следующие соотношения между U_0/U и U_m :

| | | | | | | |
|------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| U_0/U кВ | 36 / 66 | 64 / 110 | 76 / 132 | 127 / 220 | 190 / 345 | 220 / 400 |
| U_m кВ | 72,5 | 123 | 145 | 245 | 362 | 420 |

КОМПЛЕКТНАЯ ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Важно, чтобы вспомогательное оборудование и кабели прошли типовые испытания вместе, образуя тем самым комплексную систему.

Мы поставляем полный набор вспомогательного оборудования

и арматуры для сращивания и заделки кабелей, а также инструмент и оборудование в комплекте с инструкциями по монтажу. Также мы предлагаем услуги проектирования и наблюдения для комплексных систем.

КОМПЛЕКТНАЯ ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Кабели, приведенные в данном каталоге, относятся к нашим стандартным типам, и их эффективность была проверена на практике.

Конструкция и испытания соответствуют документам МЭК, там, где они применимы.

КАБЕЛИ, РАЗРАБОТАННЫЕ ПО ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКА

Силовые кабели в диапазоне от 72.5 до 420 кВ также могут быть изготовлены в соответствии с другими стандартами (напр., AIEC, VDE, BS, SEN), инструкциями или спецификациями в соответствии с требованиями заказчика.

ВЕС И РАЗМЕРЫ

Вес, размеры и технические характеристики являются приближенными. Мы оставляем за собой право на отклонения от приведенных значений для различных конструкций.

МАРКИРОВКА НА ОБОЛОЧКЕ

Наша стандартная маркировка, тисненая или отпечатанная на поверхности наружной оболочки круглых кабелей, состоит из:

- названия изготовителя
- обозначения типа, площади поперечного сечения жилы, номинального напряжения и года выпуска
- непрерывной маркировки по длине через каждый метр или через каждые несколько футов.

Пример: ANXLMK 1x300 mm² 132 kV 2006 1234 m

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ

Значения минимально допустимого радиуса изгиба кабеля во время прокладки:

- при протягивании силовых кабелей значения радиуса изгиба не должны быть меньше значений, приведенных на страницах 8-14
- в случае одиночного изгиба вышеприведенные значения можно уменьшить до 70 %, при условии, что перед концевой заделкой кабеля аккуратно и равномерно загибаются всего один раз (при необходимости, вокруг сборного шаблона).

Максимально допустимая сила натяжения во время прокладки:

- во время прокладки силовых кабелей особое внимание должно быть уделено допустимым силам натяжения
- допустимые силы натяжения при протягивании кабеля с помощью кабельного чулка:
 $F = A \times 15 \text{ Н/мм}^2$
(кабель с алюминиевой жилой)
 $F = A \times 20 \text{ Н/мм}^2$
(кабель с медной жилой)

СОПРОТИВЛЕНИЕ

Сопротивление постоянному току:

Максимальные значения сопротивления жилы постоянному току при 20°C приведены в стандартах на кабели.

Сопротивление постоянному току при другой температуре жилы можно рассчитать с помощью уравнения:

$$R = R_{20} [1 + \alpha_{20}(t - 20^\circ\text{C})]$$

R = сопротивление постоянному току при температуре t , Ом/км

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

t = температура жилы, °C

α_{20} = температурный коэффициент

сопротивления при 20°C, 1/°C

для медных жил $\alpha_{20} = 0.00393$

для алюминиевой жилы и оболочки $\alpha_{20} = 0.00403$

для оболочки из свинцового сплава $\alpha_{20} = 0.00400$

На страницах 8-14 приведены:

- максимальные значения сопротивления жилы постоянному току при 20°C (в соответствии с ГОСТ 22483-2012 (МЭК 60228))
- расчетные значения сопротивления постоянному току металлических оболочек и экранов при 20°C

ИНДУКТИВНОСТЬ

Значения индуктивности одножильных кабелей рассчитываются при следующих условиях:

- разомкнутая цепь экрана
- расстояние между одножильными кабелями составляет - при расположении в одной плоскости = один диаметр кабеля
- при расположении треугольником = кабели касаются друг друга.

РАБОЧАЯ ЕМКОСТЬ, ЗАРЯДНЫЙ ТОК И ТОК ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

Значения рабочей емкости кабелей представляют собой средние значения, полученные на основе измерений и расчетов.

Значения зарядного тока приведены для температуры 20°C, частоты 50 Гц и номинального напряжения кабеля.

Значения емкости, зарядного тока и тока замыкания на землю для кабелей с изоляцией из XLPE не будут изменяться при изменении температуры от 20°C до максимально допустимой длительной температуры жилы.

максимальное значение в обоих случаях составляет 8500 Н

- максимальные рекомендуемые силы натяжения с прикрепленным к жиле натяжным ушком:

Алюминиевая жила: $\leq 800 \text{ мм}^2$, $F = A \times 70 \text{ Н/мм}^2$
 $> 800 \text{ мм}^2$, $F = A \times 50 \text{ Н/мм}^2$

Медная жила: $\leq 800 \text{ мм}^2$, $F = A \times 90 \text{ Н/мм}^2$
 $> 800 \text{ мм}^2$, $F = A \times 70 \text{ Н/мм}^2$

A = площадь поперечного сечения жилы в мм² (без экрана и коакс. проводника)

Минимальная допустимая температура кабеля во время прокладки:

- Кабели с изоляцией из XLPE $U > 30 \text{ кВ}$; -5°C для оболочек из HFFR и ПВХ, -15°C для оболочек из полиэтилена.

При более низких температурах кабели необходимо предварительно подогреть. Это можно сделать путем хранения кабелей в течение нескольких дней в отапливаемом помещении или с помощью специального оборудования.

Сопротивление переменному току

Эффективное сопротивление (= сопротивление переменному току) складывается из сопротивления постоянному току и дополнительного сопротивления, которое учитывает дополнительные потери, вызванные вытеснением тока в жиле (скин-эффект, эффект близости), диэлектрическими потерями в изоляции, циркулирующими токами в металлической оболочке или экране и вихревыми токами, а также перемагничиванием в армировке.

На страницах 8-14 приведены значения сопротивления жилы переменному току при 20°C и при максимальной температуре жилы. Они основаны на следующих предположениях:

- частота 50 Гц
- замкнутая цепь экрана
- расстояние между одножильными кабелями составляет - при расположении в одной плоскости = один диаметр кабеля
- при расположении треугольником = кабели касаются друг друга.

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗОК

Отдельная группа из трех одножильных кабелей может быть длительно нагружена в соответствии с таблицами на страницах с 8 по 14 при выполнении нижеприведенных условий. Поправочные коэффициенты для других условий прокладки приведены в таблицах 1-7.

Допустимые токовые нагрузки рассчитаны в соответствии с документом ГОСТ Р МЭК 60287 при нижеприведенных условиях.

Предположения

- Одна трехфазная группа одножильных кабелей
- Максимально допустимая температура внутренней жилы при постоянной работе:
- Кабели с изоляцией из XLPE 90°C
- Температура окружающего воздуха 25°C
- Температура грунта 15°C
- Глубина прокладки кабелей 1.0 м
- Расстояние между одножильными кабелями:
 - при расположении в одной плоскости = один диаметр кабеля
 - при расположении треугольником = кабели касаются друг друга
- Термическое удельное сопротивление почвы 1.0 Км/Вт
- Прокладка кабелей в воздухе = такие же условия теплоотвода, как при прокладке кабелей на открытом воздухе.
- Разомкнутая цепь экрана в группе одножильных кабелей = цепь металлических оболочек,

коаксиальных проводников или металлических экранов, соединенных между собой и заземленных только в одной точке = экраны связаны в единственной точке. Кроме этого, цепь экрана считается разомкнутой, если она имеет поперечные соединения через равные интервалы.

- Замкнутая цепь экрана в группе одножильных кабелей = цепь металлических оболочек, коаксиальных проводников или металлических экранов, соединенных между собой с обоих концов группы и заземленных, по меньшей мере, с одного конца = экраны соединены с обоих концов. Кабели с изоляцией из XLPE, уложенные непосредственно в грунт. Кабели с изоляцией из XLPE могут длительно нагружаться до температуры жилы 90°C. При прокладке в земле, если кабель длительное время работает с максимально допустимой температурой жилы, в результате процессов высушивания термическое удельное сопротивление почвы, окружающей кабель, с течением времени может возрасти по сравнению с первоначальным значением. Вследствие этого, температура жилы может значительно превысить максимально допустимое значение. Использование соединений в одной точке или поперечных соединений вместо соединения с обоих концов приведет к значительному увеличению допустимой токовой нагрузки.

ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

При проектировании кабельных линий необходимо обратить внимание на то, чтобы выбранные кабели и арматура могли выдерживать предполагаемые динамические и тепловые нагрузки при коротком замыкании. Динамические нагрузки зависят от максимального тока несимметричного короткого замыкания, а тепловые нагрузки – от средней величины тока короткого замыкания.

ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Обычно кабели и стандартное вспомогательное оборудование должны выдерживать динамические нагрузки при коротком замыкании, но рядом с электростанциями важно учесть допустимые токи короткого замыкания в динамическом режиме и обратить внимание на способ прокладки.

ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ

На страницах с 8 по 14 приведены максимально допустимые значения токов короткого замыкания для коротких замыканий продолжительностью в одну секунду, эти значения рассчитываются исходя из следующих условий:

- температура жил до короткого замыкания = максимально допустимая температура жилы при постоянной работе
- максимально допустимая температура жилы при коротком замыкании составляет 250°C для кабелей с изоляцией из XLPE
- допустимые значения тока короткого замыкания для коротких замыканий продолжительностью от 0.2 до 5 секунд можно определить путем умножения значения максимально допустимого тока короткого замыкания для короткого замыкания продолжительностью в одну секунду на величину $1/\sqrt{t}$, где t – продолжительность короткого замыкания в секундах.

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ДОПУСТИМУЮ ТОКОВУЮ НАГРУЗКУ

Если условия прокладки отличаются от указанных выше, для определения допустимой токовой нагрузки необходимо применять следующие таблицы поправочных коэффициентов.

Номинальное значение для большинства условий можно быстро определить путем умножения значения длительно допустимой токовой нагрузки на поправочные коэффициенты, приведенные в соответствующих таблицах 1-7.

| Расстояние между группами кабелей, мм | Количество групп одножильных кабелей, расположенных рядом | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
| 0 (касаются друг друга) | 0.79 | 0.69 | 0.63 | 0.58 | 0.55 | 0.50 | 0.46 |
| 70 | 0.85 | 0.75 | 0.68 | 0.64 | 0.60 | 0.56 | 0.53 |
| 250 | 0.87 | 0.79 | 0.75 | 0.72 | 0.69 | 0.66 | 0.64 |

Данные значения относятся к группам из трех одножильных кабелей (расположенных треугольником или в одной плоскости) с интервалом между расположенными в горизонтальной плоскости группами кабелей или без него.

| Термическое удельное сопротивление почвы, Км/Вт | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Поправочный коэффициент | 1.10 | 1.00 | 0.92 | 0.85 | 0.75 | 0.69 | 0.63 |

Примеры значений термического удельного сопротивления почвы:

- сухой песок (влажность 0%) 3.0 Км/Вт
- полусухой гравий и песок (влажность 10%) 1.2 Км/Вт
- полусухой и влажный гравий 1.0 Км/Вт
- влажная глина и песок (влажность 25%) 0.7 Км/Вт
- сухой гравий и глина 1.5 Км/Вт

| Глубина прокладки, м | 0.50-0.70 | 0.71-0.90 | 0.91-1.10 | 1.11-1.30 | 1.31-1.50 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Поправочный коэффициент | 1.05 | 1.02 | 1.00 | 0.97 | 0.95 |

| Температура жилы, C° | Температура грунта, C° | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 90 | 1.13 | 1.10 | 1.06 | 1.03 | 1.00 | 0.96 | 0.93 | 0.89 | 0.86 | 0.82 | 0.77 |
| 80 | 1.14 | 1.11 | 1.07 | 1.04 | 1.00 | 0.96 | 0.92 | 0.88 | 0.83 | 0.78 | 0.73 |
| 70 | 1.17 | 1.13 | 1.09 | 1.04 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.73 | 0.67 |
| 65 | 1.18 | 1.14 | 1.10 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.77 | 0.71 | 0.63 |

| Расстояние между трубами, мм | Количество рядом расположенных труб | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | |
| 0 (касаются друг друга) | 0.80 | 0.75 | 0.65 | 0.60 | 0.60 | 0.55 | 0.55 | 0.50 | |
| 70 | | 0.75 | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.60 | 0.55 | 0.55 | |
| 250 | | 0.75 | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | |

Для параллельных труб с группой из трех одножильных кабелей в каждой и при одинаково нагруженных кабелях, значение допустимой токовой нагрузки, приведенное на страницах с 8 по 14 для кабелей, уложенных непосредственно в грунт, должно быть уменьшено на величину приведенного выше поправочного коэффициента.

Уменьшения допустимой токовой нагрузки можно избежать путем заполнения труб после протягивания кабеля материалом с такими же тепловыми характеристиками, что и у окружающего грунта.

При использовании коэффициентов из таблицы 5, коэффициенты из таблицы 1 не применяются.

| Температура жилы, C° | Температура окружающего воздуха, C° | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| 90 | 1.12 | 1.08 | 1.04 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.74 | 0.68 |
| 80 | 1.14 | 1.09 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.77 | 0.69 | 0.61 |
| 70 | 1.18 | 1.12 | 1.06 | 1.00 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.71 | 0.62 | 0.52 |
| 65 | 1.20 | 1.14 | 1.07 | 1.00 | 0.93 | 0.85 | 0.77 | 0.68 | 0.57 | 0.45 |

| Способ размещения | Кабели располагаются в одной плоскости Расстояние = Один диаметр кабеля (d). Расстояние до стены не менее 20 мм. | | | Кабели располагаются в треугольнике Расстояние = Два диаметра кабеля (2d). Расстояние до стены не менее 20 мм. | | | |
|---|--|------|------|--|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| Количество групп | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| На поверхности пола | 0.92 | 0.89 | 0.88 | 0.95 | 0.90 | 0.88 | |
| На металлических лотках (ограниченная циркуляция воздуха) | Количество лотков | | | | | | |
| | 1 | 0.92 | 0.89 | 0.88 | 0.95 | 0.90 | 0.88 |
| | 2 | 0.87 | 0.84 | 0.83 | 0.90 | 0.85 | 0.83 |
| | 3 | 0.84 | 0.82 | 0.81 | 0.88 | 0.83 | 0.81 |
| На металлических лестницах | Количество лестниц | | | | | | |
| | 1 | 1.00 | 0.97 | 0.96 | 1.00 | 0.98 | 0.96 |
| | 2 | 0.97 | 0.94 | 0.93 | 1.00 | 0.95 | 0.93 |
| | 3 | 0.96 | 0.93 | 0.92 | 1.00 | 0.94 | 0.92 |
| Расположение, при котором нет необходимости в снижении токовой нагрузки | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Системы, расположенные друг над другом | | | | | | | |
| На конструкциях или на стене | | | | | | | |
| | 0.94 | 0.91 | 0.89 | 0.89 | 0.86 | 0.84 | |