

**Инструкция по монтажу,
прокладке и эксплуатации кабелей
с изоляцией из сшитого полиэтилена
на напряжение 64/110 кВ,
изготовленных по
ТУ 16-705-495-2006**

2010 г.

Оглавление

Наименование	Стр.
1. Общие положения	3
2. Кабель	3
- Конструкция кабеля	3
Токопроводящая жила (ТПЖ)	3
Экран из электропроводящего сшитого полиэтилена по ТПЖ	4
Изоляция из сшитого полиэтилена	4
Экран из электропроводящего сшитого полиэтилена по изоляции	4
Проволочный экран	4
Защитная оболочка	5
- Марки кабелей и основные области применения	5
- Указания по эксплуатации	6
- Испытание кабелей	7
- Транспортировка барабанов с кабелем	7
3. Монтаж кабельной линии	8
- Приемка трассы	9
- Подготовительные работы	10
- Прокладка кабеля. Общие требования.	12
- Прокладка кабеля в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях	16
- Прокладка кабеля в трубах и кабельных блоках	17
- Прокладка кабеля при низких температурах	18
- Правила безопасности при прокладке кабеля	19
4 Испытания кабельных линий, определение мест повреждения и рекомендации по ремонту кабелей	19
5 Надзор за состоянием кабельных линий	22
6 Необходимая документация при приемке кабельных линий в эксплуатацию	24
7 Пропускная способность кабелей	25
8 Гарантии изготовителя	31
Приложение А. Капы, рекомендуемые для герметизации концов кабелей (типоразмеры и технология монтажа)	32

Дубл. Взам. Подл. 04155 17.08.10

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Лист	Листов
Разработал	А.Э. Трубецких		<i>Трубецких</i>	12.05.10	А	2	34
Проверил	К.Н. Белослудцев		<i>Белослудцев</i>	07.08.10			
Согласовал	А.С. Кувшинов		<i>Кувшинов</i>	17.08.			
Н. Контр.	Д.Е. Бронников		<i>Бронников</i>	17.08.10			
Утвердил	И.Н. Носков		<i>Носков</i>	17.08.10			
Рекомендации по монтажу, прокладке эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 64/110 кВ, изготовленных по ТУ 16-705-495-2006					ОАО "Кирскабель"		
ТИ							

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

В настоящей инструкции дана информация по конструкции кабелей, рекомендации в области применения и прокладки, монтажа кабельной линии, испытаний после прокладки и монтажа линий.

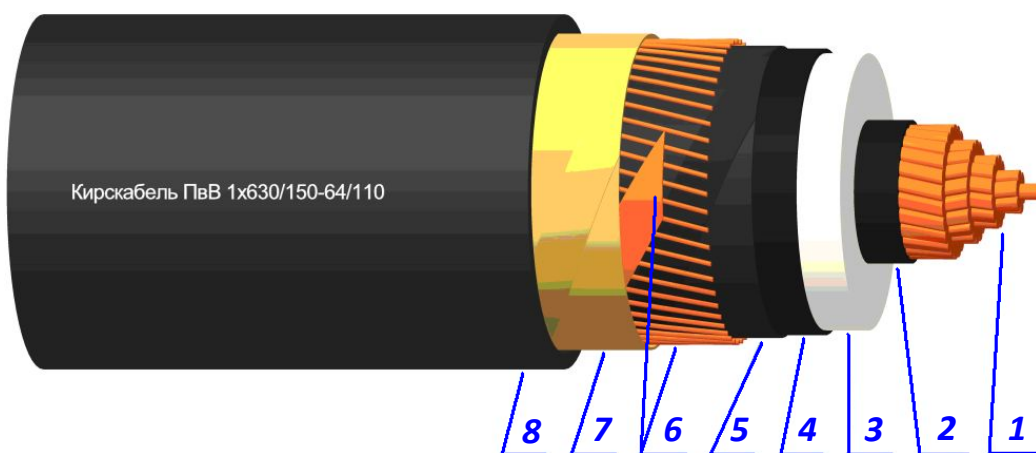
Кабельные линии на напряжение 64/110 кВ используются в энергетических системах между двумя узлами электрической сети, такими как, например, генерирующее оборудование и распределительные подстанции, или между подстанциями. Эти кабельные линии электропередачи могут также использоваться в совокупности с воздушными линиями.

2. КАБЕЛЬ.

Инструкция предназначена для кабелей и кабельных линий на напряжение 64/110 кВ.

КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЯ

В соответствии с требованиями ТУ 16-705-495-2006 «Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 64/110 кВ» кабель конструктивно состоит из следующих элементов:



- 1) токопроводящая жила (ТПЖ);
- 2) экран из электропроводящего сшитого полиэтилена по ТПЖ;
- 3) изоляция из сшитого полиэтилена;
- 4) экран из электропроводящего сшитого полиэтилена по изоляции;
- 5,6,7) проволочный экран;
- 8) защитная оболочка.

Токопроводящая жила (ТПЖ)

Токопроводящая жила (медная или алюминиевая) служит для передачи электрического тока.

Основной конструкцией ТПЖ является круглая уплотненная жила, состоящая из нескольких повивов. На электрическое сопротивление круглой уплотненной ТПЖ оказывают два электрических эффекта – поверхностный эффект и эффект близости.

Защитная оболочка

Защитная оболочка должна защищать кабель от механических воздействий и воздействия окружающей среды. Наибольшее распространение в качестве материала для защитной оболочки получил полиэтилен, также применяются оболочки из ПВХ.

МАРКИ КАБЕЛЕЙ И ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на кабельные линии, выполненные на основе кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на номинальное переменное напряжение 64/110 кВ, номинальной частотой 50 Гц марок типа АПвПг, ПвПг, АПвП2г, ПвП2г, АПвВ, ПвВ, АПвВнг(А), ПвВнг(А), АПвПнг(А)-НФ, ПвПнг(А)-НФ по ТУ 16-705-495-2006.

Марки, наименования и основные области применения кабелей, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Марка кабеля		Наименование кабеля	Основная область применения
с медной жилой	с алюминиевой жилой		
ПвПг	АПвПг	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, с водоблокирующими лентами герметизации металлического экрана, в оболочке из полиэтилена высокой плотности	Для прокладки в земле (в траншеях или бетонных лотках), если кабель защищен от механических повреждений
ПвП2г	АПвП2г	То же, с дополнительной алюмополимерной лентой поверх герметизированного экрана.	То же
ПвВ	АПвВ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из поливинилхлоридного пластика.	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях.
ПвВнг(А)	АПвВнг(А)	То же в оболочке из поливинилхлоридного пластика пониженной пожарной опасности	Для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях.
ПвПнг(А)-НФ	АПвПнг(А)-НФ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из полимерной композиции не содержащей галогенов.	Для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, где есть требования по ограничению воздействия коррозионно-активных газов.

Дубл.
Взам.
Подл.

17.08.10

04155

Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем, а также пустых барабанов, должна производиться кранами или другими грузоподъемными механизмами, с соблюдением техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами.

При погрузке и разгрузке барабанов с кабелем рекомендуется применять грузозахватное приспособление, которое крепится в осевом отверстии щёк барабана.

Перемещения и установку барабанов с кабелем следует производить, не допуская их ударов. Разгрузка барабанов сбрасыванием с автомобилей и других транспортных средств запрещается.

Погрузка, разгрузка и перевозка барабанов с кабелем без обшивки или с нарушенной обшивкой запрещается.

При перекачивании барабанов с кабелем следует соблюдать направление вращения, указанное стрелкой на щеке барабана. Перекатка барабанов в выступающими концами кабеля запрещается. Концы кабеля должны быть закреплены на барабане.

Условия хранения и транспортирования кабелей в части климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе ОЖ 3 по ГОСТ 15150-69.

При хранении концы кабелей должны быть герметически заделаны термоусаживаемыми капами по технологии, приведённой в приложении А. Если на одном конце кабеля на барабане смонтирован захват для тяжения, то он должен быть загерметизирован (горячим битумом или отрезком термоусаживаемой трубки).

Максимальная длина кабелей на отправном барабане 30 типа приведена в таблице 2.

Таблица № 2

Диаметр кабеля, мм	64	67	70	73	76	79	81	84	87	90
Длина на барабане, м	1340	1220	1120	1030	950	880	840	780	720	680

3. МОНТАЖ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Монтаж и испытания кабельных линий должны производиться согласно действующим отраслевым строительным нормам и правилам устройства электроустановок (ПУЭ) с учетом рекомендаций настоящей инструкции.

Прокладка кабелей должна выполняться специализированной монтажной организацией имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструменты, материалы, квалифицированных специалистов.

Прокладку кабеля разрешается начинать только при наличии проекта организации работ (ПОР) и проекта производства работ (ППР) по сооружению кабельной линии на напряжение 110 кВ.

При эксплуатации кабельных линий следует руководствоваться правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок и рекомендациями настоящей инструкции.

Прокладка кабеля должна обеспечить защиту кабелей для обеспечения их долговременной работы. Кабели должны прокладываться таким образом, чтобы избежать любых вредных механических воздействий, как при прокладке кабелей. Так и во время эксплуатации сети. Для обеспечения данных требований необходимо проведение следующих мероприятий.

Дубл.
Взам.
Подл.

17.08.10

04155

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Способ прокладки определяется при составлении ППР с учетом требований ПУЭ и СНиП 3.05.06-85.

В случае, если при прокладке предусмотрен шеф-надзор, решения представителя шеф-монтажной организации предприятия-изготовителя кабеля связанные с прокладкой являются обязательными к исполнению.

При прокладке кабельной линии трех фаз должны прокладываться параллельно и располагаться треугольником или в одной плоскости.

При расположении кабелей треугольником в случае прокладки на воздухе кабели должны скрепляться вместе в треугольник в местах, расположенных по длине кабельной линии с шагом от 1,0 до 1,5м (на изгибах трассы – на расстоянии не более чем 0,5м с обеих сторон изгиба). Скрепление с указанным выше шагом должно быть по всей кабельной линии, за исключением участков около соединительных и концевых муфт. Скрепление кабелей трех фаз в треугольник должно осуществляться лентами, стяжками, хомутами или скобами. Шаг, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании кабельной линии.

Следует учитывать, что кабели, прокладываемые в земле не должны менять своего положения при засыпке их грунтом, при необходимости выбрать шаг скрепления и скрепить кабели.

Для скрепления кабелей трёх фаз одной кабельной линии в треугольник возможно использование хомутов или скоб из магнитных материалов (например, стали) с обязательным использованием эластичных прокладок для защиты оболочки кабеля. Стальные хомуты или скобы должны иметь антикоррозионное покрытие, рассчитанное на эффективную защиту от коррозии на весь срок эксплуатации кабельной линии.

Отдельные кабели (не связанные в треугольник) должны прокладываться так, чтобы вокруг каждого из них не было замкнутых металлических контуров из магнитных материалов. В связи с этим, запрещается использование магнитных материалов для бандажей, крепёжных или иных изделий (скоб, хомутов, манжет, экранов), охватывающих кабель по замкнутому контуру. Запрещается прокладывать отдельные кабели внутри труб из магнитных материалов (например, стальных или чугунных). Бирки на кабель рекомендуется крепить капроновыми, пластмассовыми нитями или проволоками из немагнитных металлов (например, из нержавеющей стали или меди).

При параллельной прокладке кабелей в плоскости (в земле и на воздухе) расстояние по горизонтали в свету между кабелями отдельной кабельной линии должно быть не менее величины наружного диаметра прокладываемого кабеля.

Кабель следует укладывать с запасом по длине 1-2 %. В траншеях и на сплошных поверхностях запас создается путем укладки кабеля «змейкой», а по кабельным конструкциям (кронштейнам) этот запас создается образованием стрелы провиса. Укладывать кабель в виде колец (витков) не допускается.

При прокладке нескольких кабелей в траншее концы кабелей, предназначенные для последующего монтажа соединительных муфт, следует располагать по проекту (места соединений в один ряд или со сдвигом мест соединений на соседних кабелях не менее чем на 2 м). При этом должен быть оставлен запас кабеля длиной, необходимой для монтажа муфты, а также укладки дуги компенсатора.

Усилия тяжения кабеля P , возникающие при прокладке, не должны превышать величин, рассчитываемых по формуле:

$$P = \sigma * S,$$

где P – усилие тяжения кабеля, Н (кГс);

S – площадь сечения жилы кабеля, мм²

σ – предельно допускаемое при тяжении механическое напряжение в жиле кабеля, равное:

- 30 Н/мм² (3,06 кГс/мм²) для кабелей с алюминиевой жилой;
- 50 Н/мм² (5,1 кГс/мм²) для кабелей с медной жилой.

В случае, если усилие тяжения превышает допустимую величину, то проверить правильную установку и исправность роликов, натяжку каната по трассе, в переходах и на углах поворота, наличие смазки (воды) в трубах, а так же проверить возможность заклинивания кабеля в трубах, залипания или задира наружных покровов кабеля.

Решение о возможности дальнейшей протяжки кабеля принимает представитель шеф-монтажной организации - завода изготовителя кабеля.

Скорость тяжения не должна превышать 18 м/мин и должна быть выбрана руководителем прокладки в зависимости от характера трассы, усилий тяжения, такой, чтобы избежать повреждений кабеля и нарушений требований техники безопасности при его прокладке.

Все обрезанные концы кабеля должны быть закрыты термоусаживаемыми капями немедленно после того, как кабели были отрезаны, чтобы препятствовать попаданию влаги в жилу и под оболочку. Технология монтажа кап приведена в приложении А.

Расстановка рабочих у механизмов и по трассе прокладки, устройство связи между ними и руководителем работ, должно определяться ППР.

Примерная схема расстановки рабочих при протяжке кабеля:

- у барабана, на тормозе 1 человека;
- сход кабеля с барабана 1 человек;
- у спуска кабеля в траншею (входа, выхода из тоннеля) 1 человек;
- сопровождение конца кабеля 2 человека;
- на лебедке 2 человека;
- на каждом углу поворота 1 человек;
- на каждом проходе в трубах через перегородки или перекрытия, у входа в камеру или здание 1 человек;
- на прямых участках по необходимости.

Руководитель работ сопровождает движение конца кабеля по трассе. Команду на включение лебедки дает только руководитель работ после расстановки рабочих и опробования связи. Команду на отключение лебедки «стоп» может дать любой, заметивший неполадки при протяжке.

Если протягивание прервано, то повторное начало тяжения должно выполняться с малым ускорением, чтобы избежать большого усилия тяжения.

Барабан с кабелем необходимо подтормаживать так, чтобы не было набегания, ослабления и провисания витков кабеля и в то же время не создавать чрезмерных усилий торможения. При ослаблении нижнего конца кабеля остановить протяжку, подтянуть конец и перезакрепить его.

При спуске кабеля в траншею или тоннель необходимо следить, чтобы кабель сходил по роликам, не соскальзывал с них, не терся о трубы и стенки в проходах.

На входах в асбоцементную или ПЭ трубу необходимо следить затем, чтобы не повреждались защитные покровы кабеля о край трубы.

При повреждении оболочки кабеля:

- остановить прокладку;
- осмотреть место повреждения при обязательном присутствии шеф-инженера;
- вопрос о необходимости ремонта оболочки кабеля до окончания его прокладки решает шеф-инженер;

После окончания прокладки проверить состояние ПЭ оболочки кабеля. Оболочка строительной длины кабеля после прокладки и засыпки кабеля песчано-гравийного смеси толщиной не менее 300 мм должна выдерживать испытание постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 мин. До испытаний на концевых участках наружной оболочки кабеля длиной не менее 200мм должен быть снят электропроводящий слой (при его наличии).

В случае, если оболочка испытаний не выдержала, место повреждения должно быть определено и открыто для осмотра. Осмотр дефекта должен производиться при обязательном присутствии шеф-инженера, с составлением акта. Вопрос о возможности ремонта оболочки решает шеф-инженер.

Ремонт оболочки кабеля должен производиться обученным персоналом.

Для ремонта оболочки должен использоваться ремкомплект, состоящий из термоусаживающейся трубки с манжетой-замком (в дальнейшем ТУТм). При обнаружении поврежденного места на оболочке кабеля произвести его ремонт, для чего:

- при наличии ребер жесткости на оболочке, снять их по окружности кабеля на длине 150 мм в каждую сторону от поврежденного места, поверхность оболочки в зоне снятия ребер зачистить и зашкурить;
- обезжирить поврежденное место и зачищенную поверхность оболочки ацетоном;
- от ремонтной ТУТм отрезать участок длиной 350 мм и укомплектовать ее манжетой-замком такой же длины;
- снять с ТУТм защитную пленку. Обернуть ТУТм вокруг подготовленного к наложению места на оболочке. Надвинуть на приливы ТУТм манжету-замок с помощью замка-оправки;
- расположить ТУТм симметрично относительно поврежденного места оболочки. Легким пламенем пропановой горелки начать прогрев ТУТм с середины стороны, противоположной манжете-замку. Перемещая пламя пропановой горелки вдоль и по периметру ТУТм добиться ее осаживания на кабель. Не перегревать ТУТм!
- после полного прилегания к оболочке кабеля ТУТм, дополнительно прогреть зону манжеты-замка. При прогреве концов ТУТм на свободную оболочку кабеля должен выдавливаться клеевой состав, нанесенный на внутреннюю поверхность ТУТм.

После усадки дать ТУТм полностью остыть, не проводя с кабелем других операций.

Допускается ремонт поврежденного места лентой ЛЭТСАР, для чего:

- при наличии ребер жесткости на оболочке кабеля необходимо срезать ребра по окружности кабеля на расстоянии по 150 мм в каждую сторону от поврежденного места;
- поверхность оболочки в зоне срезанных ребер зачистить и зашкурить;
- обезжирить поврежденное место и зачищенную поверхность оболочки;
- промазать оболочку на расстоянии 100 мм в каждую сторону от поврежденного места лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть;
- наложить на поверхность оболочки, промазанной лаком КО-916, 6 слоев ленты ЛЭТСАР с 50 % перекрытием;
- наложить на ленту ЛЭТСАР два слоя липкой ленты ПВХ с 50 % перекрытием на расстоянии 150 мм в каждую сторону от поврежденного места;
- наложить на ленту ПВХ два слоя смоляной ленты на расстоянии 125 мм в каждую сторону от поврежденного места.

После проведения ремонта в кабельный журнал необходимо занести данные о ремонте:

- наименование кабельной линии;
- дата проведения ремонта;
- наименование монтажной организации и фамилии монтажников;
- расположение дефектного места на трассе;
- эскиз места ремонта с указанием расположения строительных длин;

-описание дефекта и проведённых ремонтных работ.

После ремонта необходимо засыпать кабель песчано-гравийной смесью и провести повторные испытания оболочки кабеля постоянным напряжением 10 кВ в течении 1 мин.

Если при испытаниях оболочек кабелей были вскрыты концы кабелей, закрытые капами, то после проведения испытаний на данных концах должны быть сразу же смонтированы новые капы по технологии, приведенной в приложении А.

После испытаний оболочек проложенный в траншее кабель должен быть присыпан, уложена механическая защита (плиты), после чего представителями электромонтажной и строительной организаций совместно с представителем заказчика должен быть произведён осмотр трассы с составлением акта на скрытые работы.

Засыпка трассы комьями мёрзлой земли, грунтом, содержащим камни, куски металла и т.п., не допускается.

После прокладки с трассы кабельной линии должны быть вывезены мусор, отходы использованных материалов и кабеля, загрязняющие окружающую среду.

Каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование и промаркирована в соответствии с требованиями ПУЭ.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ В КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ И НА КОНСТРУКЦИЯХ.

Во избежание повреждения кабеля его прокладку начинать после завершения строительных работ в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях.

Кабели в кабельных сооружениях рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами, избегая, по возможности, применения в них соединительных муфт.

Соединительные муфты кабелей, прокладываемых в блоках, должны быть расположены в колодцах. Расположение соединительных муфт на эстакадах не рекомендуется.

На трассе, состоящей из проходного туннеля, переходящего в полупроходной туннель или непроходной канал, соединительные муфты должны быть расположены в проходном туннеле.

Перед прокладкой в туннеле (галерее) должны быть закончены все строительные работы и установлены конструкции для крепления кабелей и каркасы противопожарных перегородок. **Сварка в туннеле (галерее) после прокладки кабелей не допускается.** Кирпичная кладка перегородок может быть выполнена после прокладки кабелей.

Расстояния между опорными конструкциями принимаются в соответствии с рабочими чертежами и требованиями ПУЭ. Конструкции, на которые укладывают кабели, должны иметь исполнение, исключающее возможность механического повреждения оболочек кабелей.

При установке соединительных муфт в кабельных сооружениях (помещениях), необходимы отдельные полки на опорной конструкции для каждой муфты. Противопожарные кожухи, окружающие соединительные муфты, монтируемые в кабельных сооружениях (помещениях), для муфт кабелей с полиэтиленовой изоляцией не требуются.

Кабели, прокладываемые по конструкциям, консолям, эстакадам, стенам, перекрытиям, фермам и т.п., следует закреплять в конечных точках, непосредственно у концевых муфт в двух местах, у соединительных муфт, на поворотах трассы (с обеих сторон от изгиба на расстоянии не более 0,5 м), на остальных участках трассы - в местах, расположенных по длине кабельной линии с шагом от 1 до 1,5 м.

При укладке кабелей на консоли кабели должны быть закреплены на каждой консоли. Расстояние между консолями должно быть не более 1 м. Полезная длина консоли должна быть не более 500 мм на прямых участках трассы.

Дубл.
Взам.
Подл.

17.08.10

04155

Кабели, прокладываемые вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены на каждой кабельной конструкции. Крепление кабелей должно быть выполнено таким образом, чтобы была предотвращена деформация кабелей и муфт под действием собственного веса кабеля, а также в результате действия механических напряжений, возникающих при циклах «нагрев-охлаждение» и при магнитных взаимодействиях при коротких замыканиях. Шаг, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании кабельной линии в зависимости от места расположения кабелей (на лотках, консолях и т.д.), профиля трассы, конструкции кабелей и технических данных кабельной линии.

В местах жёсткого крепления кабелей на конструкциях должны быть проложены прокладки из эластичного материала (например, листовая резина, листовой поливинилхлорид, неопрен). Прокладки должны выступать за края хомутов или скоб по ширине на 5-8 мм. В некоторых случаях допускается крепить кабели к конструкциям специальными скобами или хомутами без прокладок (такой способ крепления должен быть обязательно согласован с предприятием-изготовителем кабеля).

Кабели внутри помещений и снаружи в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, грузов и механизмов, доступность для неквалифицированного персонала), должны быть защищены до безопасной высоты, но не менее 2 м от уровня земли или пола и на глубине 0,3 м в земле.

Проходы кабелей через стены, перегородки и перекрытия в производственных помещениях и кабельных сооружениях должны быть осуществлены через отрезки неметаллических труб (асбоцементных безнапорных, пластмассовых и т.п.), отфактурованные отверстия в железобетонных конструкциях или открытые проёмы.

Зазоры в отрезках труб, отверстиях и проёмы после прокладки кабелей должны быть заделаны негорючим материалом (например, цементом с песком по объёму 1:10, глиной с песком-1:3, глиной с цементом и песком-1,5:1:11, перлитом вспученным со строительным гипсом-1:2 и т.п.) по всей толщине стены или перегородки. Зазоры в проходах через стены допускается не заделывать, если стены не являются противопожарными преградами.

Вводы кабелей в здания, кабельные сооружения и другие помещения должны быть выполнены в асбоцементных, бетонных, керамических или пластмассовых трубах. Концы труб должны выступать в траншею из стены здания или фундамента (при наличии отмостки - за линию последней) не менее чем на 0,6 м, и иметь уклон в сторону траншеи.

Должны быть предусмотрены меры, исключаяющие проникновение из траншей в здания, кабельные сооружения и другие помещения воды и мелких животных.

Не допускается прокладка кабеля без труб в строительных основаниях.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ В ТРУБАХ И КАБЕЛЬНЫХ БЛОКАХ (ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ С ДОРОГАМИ, ИНЖЕНЕРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ И ЕСТЕСТВЕННЫМИ ПРЕПЯТСТВИЯМИ).

Для защиты кабелей в местах пересечений с дорогами, инженерными сооружениями и естественными препятствиями, а также для изготовления кабельных блоков, должны быть применены трубы. Случаи, когда требуется прокладка кабеля в трубах, перечислены в ПУЭ.

Внутренний диаметр трубы или канала блока для прокладки одного кабеля должен быть не менее 1,5 D, где D-наружный диаметр кабеля. При прокладке в трубах следует располагать по одному кабелю в трубу (канал блока).

При проектировании прокладки кабеля в трубе (канале блочной канализации), исходя из конструктивных параметров кабеля и условий прокладки, должна быть определена общая длина трубы (канала блока). Длина определяется с учётом необходимой пропускной способности кабельной линии, конструктивных особенностей трассы, диаметра и состоя-

ния внутренней поверхности трубы. Кроме того, при определении длины трубы или канала блока, следует учитывать предельно допустимые усилия тяжения.

Трубы должны быть асбоцементные, керамические, пластмассовые или из иного немагнитного изоляционного материала.

Прокладка кабеля одной фазы в металлической трубе из магнитного материала (стали, чугуна) запрещается!

Трубы должны быть соединены муфтами, соединительными патрубками или манжетами и, в случае необходимости, скреплены цементным раствором.

Не допускается применять для соединения труб манжеты, муфты и соединительные патрубки из материалов, имеющих свойства намагничивания (например, листовой стали), если они будут охватывать замкнутым контуром кабеля одной фазы, проложенной в соединяемых трубах.

Внутренний диаметр муфты, соединительного патрубка или манжеты должен быть не меньше внутреннего диаметра соединяемых труб.

В процессе стыковки труб и сооружения блоков в трубы (каналы блоков) рекомендуется затягивать проволоку, которая впоследствии будет использована для протягивания стального каната (троса), предназначенного для прочистки трубы (канала) и затягивания кабеля.

До затяжки кабеля трубу (канал блока) необходимо очистить от остатков бетонного раствора, строительного мусора, земли, песка и т.д. Это рекомендуется произвести путем протягивания через трубу (канал блока) с помощью лебёдки каната с прикреплённым к нему приспособлением в виде стального контрольного цилиндра и трёх ершей из стальной проволоки.

При прочистке трассы к последнему ершу прикрепляют стальной канат, который одновременно затягивают в канал для последующей протяжки кабеля.

Для уменьшения усилий тяжения при протягивании кабеля через каналы или трубы его следует покрывать смазкой, не содержащей веществ, вредно действующих на оболочку кабеля (техническим вазелином). Ориентировочный расход смазки составляет 8-10 кг на каждые 100 м кабеля. При использовании смазки во время протяжки через трубы следует обратить внимание на то, чтобы к смазанным поверхностям оболочки не налипали камни, мусор, песок и другие предметы, которые могут повредить оболочку кабеля.

Кабель через каналы и трубы рекомендуется протягивать по возможности без остановок, для исключения больших начальных усилий тяжения.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.

При температуре окружающей среды от минус 5 °С до минус 20 °С прокладка кабеля разрешается после его предварительного прогрева. При температурах ниже минус 20 °С прокладка кабеля запрещается.

Прокладка кабеля при температуре от минус 5 °С до минус 20 °С допускается в следующих случаях:

Если до этого кабель хранился в помещении с температурой не ниже плюс 20 °С в течении не менее чем 48 часов. В этом случае с момента вывоза кабеля с места хранения до полного окончания его прокладки должно пройти не более 8 часов.

Если барабан с кабелем помещен в «тепляк» (под брезентовый шатер с обогревом тепловоздуховками. Не допускается обогрев с применением открытого огня) и прогревается циркуляцией теплого воздуха.

При этом обшивка с барабана должна быть снята. Продолжительность прогрева должна быть не менее 24 часов. Температура в любом месте на поверхности кабеля должна быть в пределах от плюс 20 °С до плюс 40 °С. Контроль температуры должен производиться термометрами, закрепленными на витках кабеля.

Время окончания прогрева до окончания его прокладки должно быть не более 5 часов.

Барaban с кабелем во время прокладки должен оставаться в «тепляке», и прогрев кабеля не должен прекращаться. Передняя стенка «тепняка» при этом должна быть оборудована занавесами из мягкого материала.

Во время прогрева кабеля должно быть установлено дежурство.
Засыпку лотков производить немедленно после прокладки кабеля.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЯ.

При проведении погрузо-разгрузочных работ и транспортировке кабелей, при прокладке их в траншеях, каналах, блоках, тоннелях, производственных помещениях т.п. необходимо выполнять правила техники безопасности согласно требованиям нормативных документов:

- СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве» (с изменениями и дополнениями);
- «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;
- «Правила безопасности при работе с инструментом и принадлежностями», М., Энергоатомиздат, 1988;
- «Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий» ВППБ-01-02-95 (РД-34-03-301-95);
- «Правила техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах»;
- «Правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ».
- «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ-01-03

В случаях, когда прокладка кабелей должна производиться в условиях, непредусмотренных указанными правилами, должны быть разработаны и утверждены ответственным дополнительные меры безопасности в проекте производства электромонтажных работ.

4 ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ КАБЕЛЕЙ.

До начала испытаний производится осмотр всех элементов кабельной линии, кабельных сооружений и трассы, и при обнаружении дефектов и нарушений они должны быть устранены до начала испытаний.

Испытания изоляции КЛ после прокладки и монтажа кабелей рекомендуется проводить испытание кабельной линии переменным напряжением 128 кВ одной из частот в диапазоне от 20 до 300 Гц в течение 1 ч, или номинальным напряжением U_0 в течение 24 ч, приложенным между жилой и металлическим экраном.

В случае пробоя изоляции место пробоя должно быть обследовано и выявлена причина повреждения.

Результаты испытания должны быть занесены в паспорт КЛ.

Пластмассовые оболочки кабелей, проложенных в земле, испытываются постоянным напряжением 10 кВ, приложенным между металлическим экраном и заземлителем в течение 1 мин.

Оболочка кабеля считается выдержавшей испытания, если во время испытаний не произошло пробоя и не было толчков тока утечки и его нарастание после достижения установленного значения. При заметном нарастании тока утечки или появления толчков тока продолжительность испытания следует увеличить до 2-3 мин, и, если при этом не про-

7 ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАБЕЛЕЙ

Токи кабельных линий согласно ТУ 16-705-495-2006.

Длительно допустимые токи кабелей при прокладке в земле должны соответствовать указанным в таблицах 3-10, при прокладке на воздухе – в таблицах 11-14.

Таблица 3

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	502	429	452	382
240	572	489	515	434
300	632	538	567	476
350	678	577	608	508
400	723	612	645	539
500	798	673	709	590
630	859	721	760	630
800	932	779	820	677

Таблица 4

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	396	340	358	303
240	455	389	409	345
300	507	432	455	383
350	545	462	490	408
400	587	497	524	439
500	654	553	583	486
630	719	605	637	530
800	787	659	694	575

Дубл.
Взам.
Подл.

17.08.10

04155

Таблица 5

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	518	445	469	397
240	597	512	539	455
300	674	576	607	512
350	736	625	656	551
400	787	670	706	593
500	884	751	790	663
630	993	841	884	740
800	1146	968	1017	849

Таблица 6

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	404	347	366	310
240	467	400	421	356
300	528	452	475	401
350	560	485	515	435
400	619	527	555	467
500	699	594	625	524
630	792	671	705	591
800	904	764	803	670

Таблица 7

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	480	407	427	357
240	537	453	475	396
300	581	488	511	425
350	615	515	540	448
400	644	538	564	466
500	693	576	604	497
630	737	610	639	524
800	785	648	677	554

Таблица 8

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	391	333	348	293
240	442	375	392	328
300	486	410	429	358
350	520	438	457	372
400	549	460	482	400
500	599	501	524	433
630	649	540	564	465
800	703	583	608	500

Таблица 9

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены по системе правильной транс-позиции, А, не более			
	Кабель с медной жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	539	463	483	409
240	622	533	556	470
300	704	602	627	529
350	767	653	682	573
400	824	701	731	614
500	927	787	821	687
630	1045	885	922	770
800	1176	993	1033	861

Таблица 10

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке в земле, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены по системе правильной транс-позиции, А, не более			
	Кабель с алюминиевой жилой			
	Одна цепь		Две цепи	
	К _н =0,8	К _н =1	К _н =0,8	К _н =1
185	421	361	377	319
240	486	417	435	367
300	551	470	491	414
350	602	513	535	451
400	647	551	574	482
500	732	621	647	542
630	830	703	732	612
800	943	797	828	691

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

17.08.10

04155

Дубл.
Взам.
Подл.

Таблица 11

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	610	491
240	698	568
300	773	637
350	830	689
400	883	739
500	974	827
630	1066	919
800	1185	1029

Таблица 12

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены треугольником, экраны кабелей соединены по системе правильной транспозиции, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	667	520
240	780	609
300	895	700
350	983	771
400	1068	839
500	1219	961
630	1399	1110
800	1651	1293

Таблица 13

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с двух сторон, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	597	482
240	680	555
300	747	618
350	802	668
400	846	713
500	926	792
630	997	870
800	1074	954

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Изм.

Дата

Подпись

№ докум.

Лист

Таблица 14

Номинальное сечение жилы, мм ²	Ток при прокладке на воздухе, кабели расположены в горизонтальной плоскости, экраны кабелей соединены и заземлены с одной стороны, А, не более	
	Кабель с медной жилой	Кабель с алюминиевой жилой
185	667	520
240	780	609
300	895	700
350	983	771
400	1068	839
500	1219	961
630	1399	1110
800	1651	1293

При прокладке в земле токи рассчитаны для расположения кабелей треугольником встык и в горизонтальной плоскости для расстояния между осями соседних кабелей $2 \cdot D_n$, глубины прокладки 1,5 м, расстояния между цепями 0,8 м, удельного термического сопротивления грунта $\rho = 1,2 \text{ К} \cdot \text{м} / \text{Вт}$, коэффициента нагрузки $K_n = 0,8$ и 1. При других значениях глубины прокладки необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 15.

Таблица 15

Глубина прокладки, м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Поправочный коэффициент	1,08	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00

При прокладке на воздухе токи рассчитаны для расположения кабелей треугольником при расстоянии между кабелями в свету 250 мм и в горизонтальной плоскости при расстоянии между осями соседних кабелей $2 \cdot D_n$.

Допустимые токи даны для температуры окружающей среды 15 °С при прокладке в земле и 25 °С при прокладке на воздухе. При других расчетных температурах окружающей среды необходимо применять поправочные коэффициенты, указанные в таблице 16.

При других условиях прокладки расчет допустимых токов необходимо проводить в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60287.

Таблица 16

Условия прокладки	Поправочные коэффициенты при температуре среды, С									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Земля	1,06	1,03	1,0	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73
Воздух	1,14	1,13	1,08	1,05	1,0	0,96	0,91	0,86	0,81	0,76

Допустимые токи кабеля в режиме перегрузки при прокладке в земле и на воздухе могут быть рассчитаны путем умножения значений, указанных в таблицах 2-9 на коэффи-

циент 1,17 и указанных в таблицах 10-13 на коэффициент 1,20, а также на коэффициенты, указанные в таблицах 14 и 15.

Допустимые токи односекундного короткого замыкания кабелей должны быть не более указанных в таблице 17.

Таблица 17

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания в жиле кабеля, кА	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
185	26,5	17,5
240	34,3	22,7
300	42,9	28,4
350	50,1	33,1
400	57,2	37,8
500	71,5	47,2
630	90,1	59,5
800	114,5	75,6

Токи короткого замыкания рассчитаны при температуре жилы до начала короткого замыкания 90°C и предельной температуре жилы при коротком замыкании 250°C.

Допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах приведены в таблице 18.

Таблица 18

Номинальное сечение медного экрана, мм ²	Ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
95	16,9
120	21,4
150	26,7
185	32,9

Токи короткого замыкания рассчитаны при температуре медного экрана до начала короткого замыкания 80°C и предельной температуре медного экрана при коротком замыкании 350°C.

Для других значений сечения медного экрана допустимый ток односекундного короткого замыкания рассчитывают по формуле:

$$I_{к.з.} = k \times S_э,$$

где $I_{к.з.}$ – допустимый ток односекундного короткого замыкания в медном экране, кА;

k – коэффициент, равный 0,178 кА/мм²;

$S_э$ – номинальное сечение медного экрана, мм².

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения тока короткого замыкания, указанные в таблице 17 и 18 необходимо умножить на поправочный коэффициент K , рассчитанный по формуле:

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

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

В условиях эксплуатации длительно допустимые токи для каждой кабельной линии должны устанавливаться с учетом следующих конкретных условий, в которых они работают;

- вид прокладки;
- температура окружающей среды (земли, воздуха);
- количество рядом проложенных кабелей;
- тепловое сопротивление грунта для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения;
- прокладка кабелей в земле в трубах на длине более 10 м.

Если в результате измерений и проверок будет обнаружено превышение допустимых токов или температур, то рекомендуется:

- улучшить вентиляцию в туннелях и каналах;
- засыпать траншеи более теплопроводящим грунтом.
- применить дополнительную теплоизоляцию теплопроводов в местах сближения их с кабелями.
- снизить мощность, передаваемую по КЛ.

8 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие кабелей требованиям ТУ 16-705-495-2006 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации – 5 лет.

Гарантийный срок исчисляются с даты ввода кабелей в эксплуатацию, но не позднее 6 месяцев с даты изготовления.

Дубл.		
Взам.		
Подл.	04155	17.08.10

**Приложение А.
Капы, рекомендуемые для герметизации концов кабелей (типоразмеры и технология монтажа).**

1 Типоразмеры кап

1.1 Капы для герметизации концов кабелей выбираются по размерам в зависимости от наружного диаметра кабеля, на который нужно монтировать капу. Необходимо использовать капы с адгезивным (клеевым) составом, нанесённым на внутреннюю поверхность капы, или со специальными вкладышами из адгезивного материала.

Для герметизации концов кабелей рекомендуется использовать капы фирмы «Рай-хем» с усиленным уплотнением 102L (с термоплавким клеем), параметры которых приведённые в таблице А1.

Таблица А1

В миллиметрах

Рекомендуемый диаметр кабеля		Обозначение для заказа	Размеры			
min	max		Внутренний диаметр до усадки Da(min)	Внутренний диаметр после свободной усадки Db(max)	Длина после свободной усадки L _b	Толщина после свободной усадки W _b
65	95	102L055-37-R05/S	100	45	162	3,8
95	115	102L066-37-R05/S	120	70	145	3,8

1.3 Допускается использовать капы, изготовленные в соответствии с техническими условиями ТУ 16.К71-051-89 «Оконцеватели кабельные термоусаживаемые». Размеры и параметры рекомендуемых кап (оконцевателей кабельных термоусаживаемых) с адгезивным вкладышем (покрытием) внутри, изготовленных по данным техническим условиям, приведены в таблице А2.

Таблица А2

В миллиметрах

Рекомендуемый диаметр кабеля		Обозначение капы	Номер капы по ТУ	Размеры	
min	max			Внутренний диаметр до усадки D _a (min)	Внутренний диаметр после свободной усадки D _b (max)
55	70	ОКТ 70/55-170	-	86	50
45	95	ОКТ 90/45-110	№ 15	102	43
75	115	ОКТ 115/75-135	№ 16	126	70
90	120	ОКТ 120/90-190	-	135	80

1.4 По согласованию с шеф-инженером допускается использовать другие капы равноценные по качеству и размерам.

