
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.230.20.087-2011**

**Типовые технические требования к кабельным системам 110, 220, 330,
500 кВ**

Стандарт организации

Дата введения 11.05.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»

2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ электроэнергетики»
2 ВНЕСЕН: Департаментом технологического развития
 и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.05.2011 № 275

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу:
vaga-na@fsk-ees.ru; linniksp@fsk-ees.ru.

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС»

Содержание

Предисловие	2
Введение	4
Область применения	4
Нормативные ссылки	4
Термины и определения	5
Технические требования при проведении аттестации кабельных систем 110, 220, 330, 500 кВ	7

Введение

Типовые технические требования на электрооборудование необходимы для организации аттестации электрооборудования и служат главным критерием для оценки возможности применения данного вида электрооборудования на объектах ЕНЭС.

Типовые технические требования к кабельным системам 110, 220, 330 и 500 кВ разработаны на основе МЭК 60840 и МЭК 62067 с учетом опыта проведения аттестации, а также опыта эксплуатации данного электрооборудования и в соответствии с требованиями «Положения об аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС».

Типовые технические требования к кабельным системам 110, 220, 330 и 500 кВ включают:

- номинальные параметры;
 - требования к конструкции и материалам;
 - требования к изготовлению;
 - требования к характеристикам кабеля и муфт;
 - требование по надежности;
 - требования по прокладке;
 - требования к маркировке, упаковке и транспортировке;
 - требования по объему и методам испытаний кабелей 110-500 кВ
 - требования к условиям эксплуатации и хранения;
 - требования безопасности
- дополнительные требования

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на кабельные системы с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110, 220, 330 и 500 кВ, предназначенные для передачи и распределения электроэнергии в трехфазных сетях на напряжение 64/110, 127/220, 190/330, 290/500 кВ номинальной частотой 50 Гц.

Кабели предназначены для стационарной прокладки на трассах с неограниченной разницей уровней, в кабельных коллекторах, на открытом воздухе, земле и трубах; для подводной прокладки; для прокладки в стальных и пластмассовых трубах («CityCable»).

2 Нормативные ссылки

Типовые технические требования к кабельным системам 110, 220, 330 и 500 кВ учитывают основные требования следующих стандартов:

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями № 1, 2, 3, 4);

ГОСТ 12.2.007.14-75 ССБТ Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности;

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам;

ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные Термины и определения;

ГОСТ 18690-82 Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;

ГОСТ 24621-91 Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору).

ГОСТ 20.57.406-81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытания;

ГОСТ Р 53315-2009 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности;

ГОСТ Р 53769-2010 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

МЭК 60183:1984 Кабели высоковольтные. Руководство по выбору;

МЭК 60840:2004 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 30 кВ ($U_m=36$ кВ) и до 150 кВ ($U_m=170$ кВ). Методы испытаний и требования к ним;

МЭК 62067:2001 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 150 кВ ($U_m=170$ кВ) и до 500 кВ ($U_m=550$ кВ). Методы испытаний и требования к ним.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 адгезия: значение силы отрыва (отслаивания, сдвига) защитной оболочки от изоляционного тела;

3.2 арматура кабельная: устройства для механического и электрического соединения кабелей, для оконцевания кабеля на открытом воздухе и внутри помещений, для присоединения к оборудованию, предназначенные для обеспечения электрической связи с другими частями кабельной системы (соединительные, концевые муфты и кабельные вводы в трансформаторы и КРУЭ);

3.3 визуальный контроль: органолептический контроль, осуществляемый органами зрения;

3.4 герметизированная жила: токопроводящая жила, промежутки между проволоками которой заполнены герметизирующим составом;

3.5 кабельная система: кабель, оснащенный соответствующей арматурой;

3.6 максимально допустимая температура жилы при перегрузках: максимальная температура нагрева жилы кабеля в режиме перегрузки (кратковременная), при которой не происходит необратимой деформации изоляции;

3.7 приемсдаточные испытания: контрольные испытания, проводимые изготовителем на каждой строительной длине кабеля или на каждом виде арматуры с целью проверки соответствия установленным требованиям;

3.8 периодические испытания: контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска;

3.9 сшиваемая композиция или вулканизированный полиэтилен: полиэтилен с дополнительными поперечными связями между молекулами по углеродным цепочкам, образующимися в результате химико-технологического процесса, называемого вулканизацией, или сшивкой, с применением сшивающих перекисей (англ. XLPE - cross-linked polyethylene);

3.10 типовые испытания кабельной системы: контрольные испытания кабельной системы, проводимые изготовителем на стадии постановки на производство кабеля и (или) арматуры, с целью обеспечения гарантии соответствия ее эксплуатационных характеристик установленным требованиям, а также проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию, рецептуру или технологический процесс изготовления кабеля и (или) арматуры;

3.11 преквалификационные испытания кабельной системы: контрольные испытания кабельной системы, проводимые на стадии постановки на производство кабеля и (или) арматуры, с целью получения информации о её долгосрочной надежности, а также проводимые при внесении существенных изменений в применяемые материалы, технологию изготовления и конструктивные параметры кабеля и (или) арматуры;

3.12 XLPE суперчистый (Superclean): сшиваемая композиция, изготавливаемая в сверхчистых условиях, с минимальным содержанием загрязняющих частиц.

4 Технические требования ОАО «ФСК ЕЭС» при проведении аттестации кабельных систем 110, 220, 330 и 500 кВ

4.1 Технические требования при проведении аттестации кабельных систем 110 кВ

№ № п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ	Подтвержде нное при аттестации значение параметра	Соответст - вие, подтвержд енное экспертом
1	2	3	4	5	6
	Изготовитель кабеля				
	Заводской тип кабеля				
	Изготовитель арматуры				
	Заводской тип арматуры				
1	Общие характеристики кабельной системы				
1.1	Номинальная частота, Гц	50			
1.2	Номинальные напряжения U_0/U , кВ	64/110	МЭК 60840		
1.3	Максимальное рабочее напряжение U_m , кВ	123	МЭК 60840		
1.4	Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	550	МЭК 60840		
1.5	Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	160	МЭК 60840		
2	Требования к конструкции кабеля				
2.1	Жила токопроводящая медная, алюминиевая сечением, мм ²	до 2500	МЭК 60228		
2.1.1	Исполнение жилы	Круглая многопроволочная уплотненная, в том числе, герметизированная, секционированная, бандажированная. Класс 2	МЭК 60840 МЭК 60228		

1	2	3	4	5	6
2.2	Экран по жиле (Borealis, Dow)	Электропроводящая сшиваемая композиция	ТУ, спецификация изготовителя		
2.2.1	Разница между максимальной и минимальной толщинами экрана, измеренными в одном сечении при номинальной толщине не менее 1,5 мм, мм	≤ 1	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2.2	Выступы электропроводящего экрана в изоляцию, мкм	≤ 60	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2.3	Отношение высоты выступа к максимальному размеру его основания	$\leq 1/3$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.3	Изоляция (Borealis, Dow)	XLPE-суперчистый	МЭК 60840		
2.3.1	Требование к толщине изоляции	$t_{\min} \geq 0,9 \cdot t_{\text{ном}}$, $(t_{\max} - t_{\min}) / t_{\max} \leq 0,15$	МЭК 60840 п. 10.6.2		
2.3.2	Пустоты в изоляции максимальным размером в любом направлении, мкм	≤ 60	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.3.3	Инородные включения максимальным размером в любом направлении, мкм	≤ 80	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4	Экран по изоляции (Borealis, Dow)	Электропроводящая сшиваемая композиция	ТУ, спецификация изготовителя		
2.4.1	Выступы электропроводящего экрана в изоляцию, мкм	≤ 60	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.2	Отношение высоты выступа к максимальному размеру его основания	$\leq 1/3$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.3	Отношение $\varnothing_{\min} / \varnothing_{\max}$ по наружному электропроводящему слою поверх изоляции кабеля в одном сечении	$\geq 0,95$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.4	Разница между максимальной и минимальной толщинами экрана, измеренными в одном сечении (при номинальной толщине не менее 1,0 мм), мм	$\leq 0,7$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Требования к технологии и качеству наложения изоляции и экструдированных экранов				

1	2	3	4	5	6
2.5.1	Тип экструзионной головки для наложения изоляции	«Трехканальная» головка - для трехслойной экструзии	Документация изготовителя		
2.5.2	Тип охлаждения изоляции из сшитого ПЭ в вулканизационной трубе	В среде сухого азота (газовое)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5.3	Обеспечение чистоты изоляции и экранов	Наличие системы подготовки и подачи материалов к экструдерам («чистая комната»)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5.4	Обеспечение дегазации изоляции до наложения металлического экрана	Наличие оборудования для «управляемой» дегазации и контроля остаточного газосодержания	HD 632 S1:1998 часть 2 п. 2.4.15		
2.6	Металлический экран сечением, мм ²	Сечение экрана определяется значениями и временем воздействия токов КЗ (по требованию заказчика)	ТУ, спецификация изготовителя		
2.6.1	Расстояние между проволоками экрана при расчетном расстоянии не более 4 мм, мм	≤ 10	ТУ, спецификация изготовителя		
2.6.2	Количество стальных модулей с оптоволоконными проводниками для системы мониторинга температуры и связи	Не менее 2 (по требованию Заказчика)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7	Радиальная герметизация алюмополимерной лентой толщиной алюминия, мм	$\geq 0,1$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	Требование к толщине металлической оболочки	$t_{\min} \geq 0,85t_n - 0,1$ – для гофрированной алюминиевой, $t_{\min} \geq 0,9t_n - 0,1$ - для гладкой алюминиевой, $t_{\min} \geq 0,95t_n - 0,1$ – для свинцовой, где t_n / t_{\min} - номинальная/ минимальная толщины оболочки	МЭК 60840 п. п. 10.7.1, 10.7.2		
2.9	Экструдированная оболочка	ПЭ высокой плотности (П), ПВХ пластикат (В), ПВХ пластикат пониженной горючести (Внг),	МЭК 60840		

1	2	3	4	5	6
		полимерная композиция, не содержащая галогены (Пнг-НФ)			
2.9.1	Твердость полиэтилена высокой плотности, измеренная по Шор Д (ГОСТ 24621-91), Нд	≥ 60	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9.2	Толщина оболочки	$t_{\min} \geq 0,85t_n - 0,1$, где t_n/t_{\min} - номинальная/ минимальная толщины оболочки	МЭК 60840 п. 10.6.3		
2.9.3	Экструдированный полупроводящий слой или графитизированное покрытие, мм	$\geq 0,1$ (для экструдированного полупроводящего слоя) (по требованию заказчика)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.10	Броня из стальных проволок	В соответствии с документацией изготовителя	ТУ, спецификация изготовителя		
2.11	Пожаробезопасное покрытие	По требованию Заказчика, в том числе, применение по Проекту терморасширяющихся вододисперсионных материалов, или оболочки, изготовленной из ПВХ пластиката пониженной горючести либо НФ-композиции, не распространяющих горение.	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3	Электрические характеристики кабеля				
3.1	Электрическое сопротивление жилы постоянному току (в зависимости от материала и сечения, мм ²), приведенное к 20 °С, Ом/км	M	МЭК 60228:2004		
		185 0,0991 0,0754 0,0601 0,0470 0,0366 0,0283 0,0221 0,0176 0,0151 0,0113 0,0090 0,0072			

1	2	3											4	5	6		
		A	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186	0,0149	0,0127			
3.2	Удельное электрическое сопротивление электропроводящего экструдированного экрана по жиле, Ом*м	≤ 1000											МЭК 60840 п. 12.3.9				
3.3	Удельное электрическое сопротивления электропроводящего экструдированного экрана по изоляции, Ом*м	≤ 500											МЭК 60840 п. 12.3.9				
3.4	Электрическая емкость кабеля, мкФ/км	В соответствии с ТУ, спецификацией изготовителя											МЭК 60840 п. 10.10				
3.5	$\text{tg } \delta$	$\leq 0,001$											МЭК 60840 табл. 3				
4	Требования по прокладке																
4.1	Максимально допустимое усилие тяжения кабеля с медной и алюминиевой жилой, МПа (Н/мм ²)	Медная жила ≤ 50 Алюминиевая жила ≤ 30											СНиП 3.05.06-85 п. 3.100, документация изготовителя				
4.2	Минимально допустимая температура воздуха при прокладке кабеля, °С	-10 °С, при меньших температурах прокладка может быть допущена лишь в соответствии с ППР											ТУ, спецификация изготовителя				
4.3	Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, м	$15 \times D_{\text{нар}}$											ТУ, спецификация изготовителя				
4.4	Требования к согласованию Проекта. Проект кабельных линий и ППР на их монтаж должны быть согласованы с эксплуатирующей организацией, предприятиями – изготовителями кабеля и арматуры, а также КРУЭ, трансформаторов в отношении конструкции и монтажа контактных соединений кабельных вводов,	Обязательное условие контракта											Требование ОАО «ФСК ЕЭС»				

1	2	3	4	5	6
	КРУЭ, трансформаторов. Инспекционные поездки заказчика на завод в период изготовления и приемки продукции				
5	Эксплуатационные характеристики				
5.1	Верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха в эксплуатации на воздухе, °С	+ 45	Документация изготовителя, ГОСТ 15150		
5.2	Нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха в эксплуатации на воздухе, °С	- 50	Документация изготовителя, ГОСТ 15150		
5.3	Длительно допустимая температура жилы кабеля, °С	90	МЭК 60840 таблица 1		
5.4	Максимально допустимая температура жилы при перегрузках (кратковременная), °С	105	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.5	Предельно допустимая температура жилы при протекании токов КЗ, °С	250	МЭК 60840 табл. 1		
5.6	Предельно допустимая температура медного/алюминиевого экрана, металлических оболочек при протекании токов КЗ, °С	В соответствии с МЭК 61443	МЭК 61443		
5.7	Допустимое время перегрузки, час/в год	≤ 100 час/ год и ≤ 1000 часов за срок службы	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.8	Допустимый ток односекундного КЗ по жиле, кА	Не менее допустимого значения тока отключения выключателя линии	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.9	Допустимый ток односекундного КЗ по экрану, кА	Не менее допустимого значения тока отключения выключателя линии	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.10	Срок службы кабеля, лет	≥ 30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.11	Гарантийный срок эксплуатации кабеля, лет	≥ 3	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.12	Срок хранения кабеля:	- В течение срока службы кабеля при	Требование ОАО		

1	2	3	4	5	6
	- для ремонтных целей - для сооружения кабельных линий, лет	хранении в закрытом помещении; - 5	«ФСК ЕЭС»		
5.13	Перечень арматуры и фирм ее изготовителей, при использовании которой сохраняется гарантийный срок эксплуатации кабеля в составе кабельной системы	Гарантийное письмо	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6	Требования к кабельной арматуре				
6.1	Концевые муфты наружной установки				
6.1.1	Степень загрязнения, обеспечиваемая, в том числе, полимерной защитной оболочкой изолятора, не ниже	Ш	МЭК 60815, ГОСТ 9920-89		
6.1.2	Удельная длина пути утечки, см/кВ	$\geq 2,5$	МЭК 60815, ГОСТ 9920-89		
6.2	Элегазовые и трансформаторные кабельные вводы. Соответствие основных геометрических размеров требованиям МЭК	соответствие	МЭК 62271-209, 1-я ред., 2007-08		
6.3	Требование к электроизоляционной жидкости для заполнения концевых муфт и вводов	$\text{tg } \delta \leq 0,005$ $E_{\text{пр}} \leq 150 \text{ кВ/см}$	«Объем и нормы испытания изоляции»		
6.3.1	Отбор проб масла и его периодичность	Наличие в конструкции концевой муфты маслозаборника. Наличие в инструкции по эксплуатации муфт методики отбора проб масла и требований по периодичности отбора проб	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.4	Соединительные муфты для прокладки в земле. Требование по герметичности	Герметичность	МЭК 60840 п. Н		
6.4.1	Контактные соединения соединительных муфт. Требования по стойкости к токам нагрузки при эксплуатации	Отсутствие после испытаний деформаций и повреждений контактных соединений, а также изменений их электрических параметров (МЭК 62067 п. 13)	МЭК 62067 п. 13		

1	2	3	4	5	6
6.4.2	Возможность соединения оптоволокну внутри кожуха муфты	Наличие соединения в конструкции муфты	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.5	Срок хранения основных комплектующих для арматуры (деталей из эластомерных материалов), лет	≥ 3	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.6	Требования к электрической прочности изоляции муфт				
6.6.1	Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	550	МЭК 60840		
6.6.2	Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	160 кВ/30 мин	МЭК 60840		
6.6.3	Уровень частичных разрядов предварительно изготовленных элементов усиливающей изоляции муфт при $1,5 \cdot U_0$ (приемосдаточные испытания), пКл	≤ 5	МЭК 60840		
6.7	Наличие документации, подтверждающей положительный опыт эксплуатации кабеля и арматуры	Референц-листы на поставку кабеля и комплектующей арматуры, предоставление монтажных инструкций на арматуру с указанием контролируемых параметров	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7	Маркировка, упаковка, транспортировка, условия хранения	В соответствии с документацией изготовителя	ГОСТ 18690-82, документация изготовителя		
8	Требования к испытаниям				
8.1	Заводские приемосдаточные испытания кабелей и основной изоляции, предварительно изготовленной арматуры				
8.1.1	Измерение частичных разрядов: при $U = 1.5U_0 = 96$ кВ, пКл	≤ 10 ≤ 5 - для арматуры	МЭК 60840 п. 9.2		
8.1.2	Испытание переменным напряжением промышленной частоты $U_{исп} = 2.5U_0 = 160$ кВ в течение 30 мин	Отсутствие пробоя	МЭК 60840 п. 9.3		

1	2	3	4	5	6
8.1.3	Электрическое испытание наружной оболочки кабеля $U_{AC} = 18$ кВ или $U_{DC} = 30$ кВ при времени приложения не менее 0,1 с, или $U_{DC} = 25$ кВ в течение 1 мин (для оболочки с графитизированным покрытием)	Отсутствие пробоя	МЭК 60840 п. 9.4 МЭК 60229 п. 3		
8.1.4	Испытания на образцах кабелей				
8.1.4.1	Проверка токопроводящей жилы внешним осмотром или измерением на соответствие МС МЭК 60228	Соответствие требованиям	МЭК 60840 п. 10.4		
8.1.4.2	Измерение электрического сопротивления жилы	См. п. 3.3.1	МЭК 60840 п. 10.5		
8.1.4.3	Проверка конструкции и конструктивных размеров	Соответствие требованиям	МЭК 60840 п. п. 10.6 - 10.8		
8.1.4.4	Испытание на тепловую деформацию XLPE изоляции	Соответствие требованиям	МЭК 60840 п. 10.9		
8.1.4.5	Измерение электрической емкости, измеренное значение не должно превышать номинальное, более чем на, %	8	МЭК 60840 п. 10.10		
8.1.4.6	Испытание на стойкость к воздействию статического гидравлического давления образцов подводного кабеля	В соответствии с документацией изготовителя	Документация изготовителя, ГОСТ 20.57. 406-81 п. 2.31		
8.2	Испытания на образцах кабеля с периодичностью, установленной документацией по качеству предприятия-изготовителя				
8.2.1	Испытание на водонепроницаемость - на концах испытуемого образца не должно быть воды на длине, м	6	МЭК 60840 п. 12.4.18 Приложение F		
8.2.2	Испытание на прочность адгезии алюмополимерной ленты к оболочке, Н/мм и на прочность перекрытия алюмополимерной ленты, Н/мм,	$\geq 0,5$ $\geq 0,5$	МЭК 60840 п. 12.4.19 Приложение G, Документация изготовителя		

1	2	3	4	5	6
8.3	Преквалификационные испытания для подтверждения эксплуатационной надежности кабеля и арматуры по результатам длительных (1 год) испытаний на готовой кабельной системе 110 кВ	Испытания проводятся по методике МЭК 62067 п. 13 при отсутствии преквалификационных испытаний на аналогичную кабельную систему на напряжение 220 кВ и выше	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
8.3.1	Испытание циклическим нагревом под напряжением $U_{исп} = 1,7 \cdot U_0 = 110$ кВ в течение 8760 часов (180 циклов нагрева и охлаждения). Характеристика цикла: -нагрев током до $T_{ж} = 90 - 95$ °С не менее 8 часов, из них выдержка при $T_{ж} = 90 - 95$ °С в течение 2 часов, -естественное охлаждение – не менее 16 часов.	Отсутствие пробоя	МЭК 62067 п. 13.2.3		
8.3.2	Испытание грозовым импульсным напряжением на образцах по 10 импульсов "+" и "-" полярности при $T_{ж} = (90 - 95)$ °С $U_{исп} = 550$ кВ	Отсутствие пробоя	МЭК 62067 п. 13.2.4		
8.3.3	Визуальный осмотр кабеля и арматуры после завершения испытаний	Не должно быть никаких признаков повреждений, которые могут повлиять на эксплуатацию системы	МЭК 62067 п. 13.2.5		
8.4	Типовые испытания кабельной системы для подтверждения электрических и неэлектрических (физико-механических) характеристик кабеля в комплекте с арматурой установленным нормам стандарта				
8.4.1	Типовые электрические испытания на кабеле в комплекте с арматурой		МЭК 60840 п. 12		
8.4.1.1	Испытания кабеля на изгиб, при кратности изгиба = 3 с последующим монтажом арматуры и проведением электрических испытаний	Диаметр изгиба - в зависимости от конструкции кабеля	МЭК 60840 п. 12.3.3		

1	2	3	4	5	6
8.4.1.7	Измерение удельных сопротивлений электропроводящих экструдированных экранов (до и после старения) Экран по жиле, Ом*м Экран по изоляции, Ом*м	≤ 1000 ≤ 500	МЭК 60840 п. 12.3.9		
8.4.1.8	Испытание соединительной муфты , предназначенной для прокладки в земле, на герметичность и изоляции вывода кабеля для транспозиции. Испытуемая сборка погружена на глубину не менее 1 м от наружной защиты.	Отсутствие проникновения воды и внутренней коррозии	МЭК 60840 п. 12.3.2.g Приложение Н		
8.4.1.8.1	20 циклов нагрева/ охлаждения в воде. Нагрев воды до $T=70-75^{\circ}\text{C}$, выдержка при этой температуре, в течение не менее 5 часов, затем охлаждение до температуры на 10°C выше $T_{\text{окр. среды}}$	Отсутствие проникновения воды и внутренней коррозии	МЭК 60840 Приложение Н3		
8.4.1.8.2	Испытание постоянным напряжением – 20 кВ защиты кожуха муфты между водой и выводом, 1 мин.	Отсутствие пробоя	МЭК 60840 Приложение Н.4.1, Н.4.2.1		
8.4.1.8.3	Испытание импульсным напряжением, в соответствии с таблицей Н1 МЭК 60840/D1 МЭК 62067.	Отсутствие пробоя	МЭК 60840 Приложение Н.4.2.2		
8.4.1.8.4	Внешний осмотр муфты после испытаний.	Не должно быть следов проникновения воды, коррозии и других разрушений	МЭК 60840 Приложение Н.5		
8.4.2	Типовые неэлектрические испытания				
8.4.2.1	Проверка конструкции кабеля с измерением фактических размеров всех элементов кабеля на соответствие документации	Конструкция кабеля должна соответствовать номинальным размерам и допускам по всем элементам кабеля	МЭК 60840 п. 12.4.1		
8.4.2.2	Измерение сопротивления жилы постоянному току, приведенное к 20°C	Соответствие требованиям МЭК 60228:2004	МЭК 60228:2004		

1	2	3		4	5	6
8.4.2.3	<p>Определение механических характеристик изоляции до и после старения при T= 135 °С, продолжительность 7 суток (168 час):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² - Относительное удлинение, % 	<p>До старения:</p> <p>≥ 12,5 ≥ 200</p>	<p>После:</p> <p>Отклонение ≤ 25 % - « -</p>	<p>МЭК 60840 п. 12.4.2 табл. 6</p>		
8.4.2.4	<p>Определение механических характеристик полиэтиленовой наружной оболочки кабеля до и после старения</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм², - Относительное удлинение, % 	<p>До старения:</p> <p>≥ 12,5 ≥ 300</p>	<p>После:</p> <p>- ≥ 300</p>	<p>МЭК 60840 п. 12.4.3 табл. 7(ST₇)</p>		
8.4.2.5	<p>Определение механических характеристик наружной оболочки кабеля из ПВХ пониженной горючести до и после старения</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм², - Относительное удлинение, % 	<p>До старения:</p> <p>≥ 12,5 ≥ 150</p>	<p>После:</p> <p>Отклонение ≤ 25 % ≥ 12,5 ≥ 150</p>	<p>МЭК 60840 п. 12.4.3 табл. 7(ST₂)</p>		
8.4.2.6	<p>Определение механических характеристик наружной оболочки кабеля из полимерной композиции не содержащей галогенов (НГ) до и после старения</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм², - Относительное удлинение, % 	<p>До старения:</p> <p>≥ 9 ≥ 125</p>	<p>После:</p> <p>Отклонение ≤ 40 % ≥ 9 ≥ 100</p>	<p>ГОСТ Р 53769-2010 п. 5.2.5.2 таблица 12</p>		
8.4.2.7	<p>Проверка стойкости к деформации (продавливанию) наружной оболочки кабеля из ПЭ, ПВХ пониженной пожарной опасности, НГ - полимерной композиции не содержащей галогенов. Уменьшение толщины, %</p>	<p>≤ 50</p>		<p>МЭК 60840 п. 12.4.6 табл. 7(ST₇), МЭК 60811-3-1 п. 8.2, ГОСТ Р 53769 -2010 п. 5.2.5.2 табл. 12</p>		
8.4.2.8	<p>Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости</p>	<p>До старения:</p>	<p>После:</p>	<p>МЭК 60840 п. 12.4.4</p>		

1	2	3		4	5	6
	<p>материалов (экструдированные изоляция, электропроводящие слои и ПЭ оболочка) при $T_{жилы} = 100 \pm 2$ °С Продолжительность 7 сут. (168 час)</p> <p>Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² - Относительное удлинение, % <p>Экструдированная оболочка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² - Относительное удлинение, % 	$\geq 12,5$ ≥ 200	<p>Отклонение ≤ 25 %</p> <p>- « -</p> <p>-</p> ≥ 300			
8.4.2.9	<p>Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости материалов (оболочка их ПВХ пониженной горючести) при $T_{жилы} = 100 \pm 2$ °С Продолжительность 7 сут. (168 час)</p> <p>Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² - Относительное удлинение, % <p>Экструдированная оболочка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² - Относительное удлинение, % 	<p>До старения</p> $\geq 12,5$ ≥ 200	<p>После:</p> <p>Отклонение ≤ 25 %</p> <p>- « -</p> <p>Отклонение ≤ 25 %</p> $\geq 12,5$ ≥ 150	<p>МЭК 60840</p> <p>п. 12.4.4</p>		
8.4.2.10	<p>Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости материалов (оболочка из HF композиции) при $T_{жилы} = 100 \pm 2$ °С Продолжительность 7 сут. (168 час)</p> <p>Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разрывная прочность, Н/мм² 	<p>До старения</p>	<p>После старения</p> <p>Отклонение ≤ 25 %</p>	<p>МЭК 60840</p> <p>п. 12.4.4</p>		

1	2	3		4	5	6
	- Относительное удлинение,% Экструдированная оболочка: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение,%	$\geq 12,5$ ≥ 200 ≥ 9 ≥ 125	- « - Отклонение $\leq 40\%$ ≥ 9 ≥ 100			
8.4.2.11	Испытание на тепловую деформацию сшитой изоляции (Hot set test) Удлинение под нагрузкой при 200 °С, % Удлинение при снятии нагрузки, %	≤ 175 ≤ 15		МЭК 60840 п. 12.4.10 табл. 8		
8.4.2.12	Определение содержания сажи в ПЭ и HF оболочке, %	$2,5 \pm 0,5$		МЭК 60840 п. 12.4.12		
8.4.2.13	Испытание на усадку XLPE изоляции после выдержки при T = 130 °С в течение 6 час, %	≤ 4		МЭК 60840 п. 12.4.13		
8.4.2.14	Испытание на усадку ПЭ оболочки после 5 циклов нагрева (T = 80 °С в течение 5 час), %	≤ 3		МЭК 60840 п. 12.4.14		
8.4.2.15	Испытание на прочность адгезии алюмополимерной ленты к оболочке, Н/мм и на прочность перекрытия алюмополимерной ленты, Н/мм,	$\geq 0,5$ $\geq 0,5$		МЭК 60840 п. 12.4.19 Приложение G, Документация изготовителя		
8.4.2.16	Испытание на продольное проникновение воды по образцу кабеля после 10 суточных циклов нагрева (8 час) проводника до температуры (95 - 99) °С с последующим охлаждением (16 час). Давление воды 0,1 Bar (1 м водяного столба)	Вода не должна проникнуть под оболочку и жилу на длину ≥ 3 м в одну сторону		МЭК 60840 п. 12.4.18 Приложение F		
8.4.2.17	Испытание на потерю массы оболочки из ПВХ пониженной горючести в термостате при T = 100 ± 2 °С, продолжительность 7 суток. Допустимая потеря массы, мг/см ²	$\leq 1,5$		МЭК 60840 п. 12.4.5 и табл. 9 (ST ₂)		

1	2	3	4	5	6
8.4.2.18	Водопоглощение оболочки из HF -композиции. Увеличение массы, мг/см ²	≤ 10	ГОСТ Р 53769-2010 п. 5.2.5.2 таблица 12		
8.4.2.19	Испытание кабеля на воздействие пониженной (предельной) рабочей температуры среды	Целостность оболочки	ГОСТ 20.57. 406-81 метод 203-1 (204-1)		
8.4.2.20	Испытание на нераспространение горения кабелей с оболочкой ПВХ нгп и HF на категории А	Наличие сертификатов пожарной безопасности	ГОСТ Р 53315 - 2009, ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005		
8.4.2.21	Механические испытания кабеля для подводной прокладки		ТВ DRAFT WG B1.27, МЭК 62067 п. 12.4.5		
8.4.2.21.1	Испытание на растяжение с изгибом по методике WG 21.02 п. 2.2 Электра 171, 1997	Не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони	Электра 171,1997, WG 21.02 п. 2.2, документация изготовителя		
8.4.2.21.2	Испытание на растяжение по методике WG 21.02 п. 2.3 Электра 171, 1997	Не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони	Электра 171,1997, WG 21.02 п.2.3, документация изготовителя		
8.4.2.21.3	Испытание на противодействие внешнему давлению воды по методике WG 21.02 п. 2.4 Электра 171, 1997	После испытания не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони	Электра 171,1997, WG 21.02 п. 2.4, документация изготовителя		
8.4.2.21.4	Испытание на проникновение воды в жилу по методике ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.2	В соответствии с требованиями документации изготовителя	ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.2, документация изготовителя		

1	2	3	4	5	6
8.4.2.21.5	Испытание на проникновение воды в наружную оболочку по методике ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.3	В соответствии с требованиями документации изготовителя	ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.3, документация изготовителя		
8.4.2.22	Дополнительные специфические требования к кабелю «CityCable»	Допустимый ток нагрузки выбирается с учетом потерь в стальной трубе и согласуются с Заказчиком (ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК»)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9	ТРЕБОВАНИЯ К СЕРВИСНЫМ ЦЕНТРАМ				
9.1	Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.	<p>Разрешительная документация на техническое обслуживание электротехнического оборудования. Перечень и копии выполняемых договоров сервисного обслуживания. Отзывы о проделанной ранее сервисным центром работе (референс-лист).</p> <p>Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации.</p> <p>Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода изготовителя.</p> <p>Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных</p>	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов.				
9.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.				
9.4	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей.				
9.5	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона.				

1	2	3	4	5	6
9.6	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов.	частей.			

4.2 Технические требования при проведении аттестации кабельных систем 220, 330 и 500 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ) Специальное требование заказчика			НД (ГОСТ, СО)	Подтверж- денное при аттестации значение параметра	Соответст- вие, подтверж- денное экспертом
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
1	2	3			6	7	8
	Изготовитель кабеля						
	Заводской тип кабеля						
	Изготовитель арматуры						
	Заводской тип арматуры						
1	Общие характеристики кабельной системы						
1.1	Номинальная частота, Гц	50					
1.2	Номинальные напряжения U_0/U , кВ	127/220	190/330	290/500	МЭК 62067		
1.3	Максимальное рабочее напряжение U_m , кВ	245	362	550	МЭК 62067		
1.4	Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	1050	1175	1550	МЭК 62067		
1.5	Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	318	420	580	МЭК 62067		
1.6	Испытательное напряжение коммутационного импульса, кВ	-	950	1175	МЭК 62067		
2	Требования к конструкции кабеля						
2.1	Жила токопроводящая медная, алюминиевая сечением, мм ²	до 2500			МЭК 60228		
2.1.1	Исполнение жилы	Круглая многопроволочная уплотненная, в том числе, герметизированная, секционированная, бандажированная. Класс 2			МЭК 62067 МЭК 60228		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
2.2	Экран по жиле (Borealis, Dow)	Электропроводящая сшиваемая композиция			ТУ, спецификация изготовителя		
2.2.1	Разница между максимальной и минимальной толщинами экрана, измеренными в одном сечении при номинальной толщине не менее 1,5 мм, мм	≤ 1			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2.2	Выступы электропроводящего экрана в изоляцию, мкм	≤ 60			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2.3	Отношение высоты выступа к максимальному размеру его основания	$\leq 1/3$			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.3	Изоляция (Borealis, Dow)	XLPE-суперчистый			МЭК 62067		
2.3.1	Требование к толщине изоляции	$t_{\min} \geq 0,9 t_{\text{ном}}$, $(t_{\max} - t_{\min})/t_{\max} \leq 0,1$			МЭК 62067 п. 10.6.2		
2.3.2	Пустоты в изоляции максимальным размером в любом направлении, мкм	≤ 60			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.3.3	Инородные включения максимальным размером в любом направлении, мкм	≤ 80			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4	Экран по изоляции (Borealis, Dow)	Электропроводящая сшиваемая композиция			ТУ, спецификация изготовителя		
2.4.1	Выступы электропроводящего экрана в изоляцию, мкм	≤ 60			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.2	Отношение высоты выступа к максимальному размеру его основания	$\leq 1/3$			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.3	Отношение $\varnothing_{\min}/\varnothing_{\max}$ по наружному электропроводящему слою поверх изоляции кабеля в одном сечении	$\geq 0,95$			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.4.4	Разница между максимальной и минимальной толщинами экрана, измеренными в одном сечении (при номинальной толщине не менее 1,0 мм), мм	$\leq 0,7$			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Требования к технологии и качеству наложения изоляции и экструдированных экранов						

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
2.5.1	Тип экструзионной головки для наложения изоляции	«Трехканальная» головка - для трехслойной экструзии			Документация изготовителя		
2.5.2	Тип охлаждения изоляции из сшитого ПЭ в вулканизационной трубе	В среде сухого азота (газовое)			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5.3	Обеспечение чистоты изоляции и экранов	Наличие системы подготовки и подачи материалов к экструдерам («чистая комната»)			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5.4	Обеспечение дегазации изоляции до наложения металлического экрана	Наличие оборудования для «управляемой» дегазации и контроля остаточного газосодержания			HD 632 S1:1998 часть 2 п. 2.4.15		
2.6	Металлический экран сечением, мм ²	Сечение экрана определяется значениями и временем воздействия токов КЗ (по требованию заказчика)			ТУ, спецификация изготовителя		
2.6.1	Расстояние между проволоками экрана при расчетном расстоянии не более 4 мм, мм	≤ 10			ТУ, спецификация изготовителя		
2.6.2	Количество стальных модулей с оптоволоконными проводниками для системы мониторинга температуры и связи	Не менее 2 (по требованию Заказчика)			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7	Радиальная герметизация алюмополимерной лентой толщиной алюминия, мм	≥ 0,1			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	Требование к толщине металлической оболочки	$t_{\min} \geq 0,85t_n - 0,1$ – для гофрированной алюминиевой, $t_{\min} \geq 0,9t_n - 0,1$ - для гладкой алюминиевой, $t_{\min} \geq 0,95t_n - 0,1$ – для свинцовой, где t_n / t_{\min} - номинальная/ минимальная толщины оболочки			МЭК 62067 п. п. 10.7.1, 10.7.2		
2.9	Экструдированная оболочка	ПЭ высокой плотности (П), ПВХ пластикат (В), ПВХ пластикат пониженной			МЭК 62067		

1	2	3			6	7	8										
		220 кВ	330 кВ	500 кВ													
		горючести (Внг), полимерная композиция, не содержащая галогены (Пнг-НФ)															
2.9.1	Твердость полиэтилена высокой плотности, измеренная по Шор Д (ГОСТ 24621-91), Нд	≥ 60			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»												
2.9.2	Толщина оболочки	$t_{\min} \geq 0,85t_n - 0,1$, где t_n / t_{\min} - номинальная/ минимальная толщины оболочки			МЭК 62067 п. 10.6.3												
2.9.3	Экструдированный полупроводящий слой или графитизированное покрытие, мм	≥ 0.1 (для экструдированного полупроводящего слоя) (по требованию заказчика)			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»												
2.10	Броня из стальных проволок	В соответствии с документацией изготовителя			ТУ, спецификация изготовителя												
2.11	Пожаробезопасное покрытие	По требованию Заказчика, в том числе, применение по Проекту терморасширяющихся вододисперсионных материалов, или оболочки, изготовленной из ПВХ пластиката пониженной горючести либо HF-композиции, не распространяющих горение.			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»												
3	Электрические характеристики кабеля																
3.1	Электрическое сопротивление жилы постоянному току (в зависимости от материала и сечения, мм ²), приведенное к 20 °С, Ом/км		185	240	300	400	500	630	800	1000	1200	1600	2000	2500	МЭК 60228:2004		
		М	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176	0,0151	0,0113	0,0090	0,0072			

1	2	3											6	7	8
		220 кВ				330 кВ				500 кВ					
		A	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291	0,0247	0,0186			
3.2	Удельное электрическое сопротивление электропроводящего экструдированного экрана по жиле, Ом*м	≤ 1000											МЭК 62067 п. 12.4.11.2		
3.3	Удельное электрическое сопротивления электропроводящего экструдированного экрана по изоляции, Ом*м	≤ 500											МЭК 62067 п. 12.4.11.2		
3.4	Электрическая емкость кабеля, мкФ/км	В соответствии с ТУ, спецификацией изготовителя											МЭК 62067 п. 10.10		
3.5	$\text{tg } \delta$	$\leq 0,001$											МЭК 62067 п.12.4.6		
4	Требования по прокладке														
4.1	Максимально допустимое усилие тяжения кабеля с медной и алюминиевой жилой, МПа (Н/мм ²)	Медная жила ≤ 50 Алюминиевая жила ≤ 30											СНиП 3.05.06-85 п. 3.100, документация изготовителя		
4.2	Минимально допустимая температура воздуха при прокладке кабеля, °С	-10 °С, при меньших температурах прокладка может быть допущена лишь в соответствии с ППР											ТУ, спецификация изготовителя		
4.3	Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, м	$15 \times D_{\text{нар}}$											ТУ, спецификация изготовителя		
4.4	Требования к согласованию Проекта. Проект кабельных линий и ППР на их монтаж должны быть согласованы с эксплуатирующей организацией, предприятиями – изготовителями кабеля и арматуры, а также КРУЭ, трансформаторов в отношении конструкции и монтажа	Обязательное условие контракта											Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
	контактных соединений кабельных вводов, КРУЭ, трансформаторов. Инспекционные поездки заказчика на завод в период изготовления и приемки продукции						
5	Эксплуатационные характеристики						
5.1	Верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха в эксплуатации на воздухе, °С	+ 45			Документация изготовителя, ГОСТ 15150		
5.2	Нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха в эксплуатации на воздухе, °С	- 50			Документация изготовителя, ГОСТ 15150		
5.3	Длительно допустимая температура жилы кабеля, °С	90			МЭК 62067 таблица 1		
5.4	Максимально допустимая температура жилы при перегрузках (кратковременная), °С	105			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.5	Предельно допустимая температура жилы при протекании токов КЗ, °С	250			МЭК 62067 табл. 1		
5.6	Предельно допустимая температура медного/алюминиевого экрана, металлических оболочек при протекании токов КЗ, °С	В соответствии с МЭК 61443			МЭК 61443		
5.7	Допустимое время перегрузки, час/в год	≤ 100 час/ год и ≤ 1000 часов за срок службы			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.8	Допустимый ток односекундного КЗ по жиле, кА	Не менее допустимого значения тока отключения выключателя линии			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.9	Допустимый ток односекундного КЗ по экрану, кА	Не менее допустимого значения тока отключения выключателя линии			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.10	Срок службы кабеля, лет	≥ 30			Требование ОАО ФСК ЕЭС»		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
5.11	Гарантийный срок эксплуатации кабеля, лет	≥ 3			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.12	Срок хранения кабеля: - для ремонтных целей - для сооружения кабельных линий, лет	- В течение срока службы кабеля при хранении в закрытом помещении; - 5			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.13	Перечень арматуры и фирм ее изготовителей, при использовании которой сохраняется гарантийный срок эксплуатации кабеля в составе кабельной системы	Гарантийное письмо			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6	Требования к кабельной арматуре						
6.1	Концевые муфты наружной установки						
6.1.1	Степень загрязнения, обеспечиваемая, в том числе, полимерной защитной оболочкой изолятора, не ниже	Ш			МЭК 60815, ГОСТ 9920-89		
6.1.2	Удельная длина пути утечки, см/кВ	≥ 2,5			МЭК 60815, ГОСТ 9920-89		
6.2	Элегазовые и трансформаторные кабельные вводы. Соответствие основных геометрических размеров требованиям МЭК	соответствие			МЭК 62271-209, 1-я ред., 2007-08		
6.3	Требование к электроизоляционной жидкости для заполнения концевых муфт и вводов	$\text{tg } \delta \leq 0,005$ $E_{\text{пр}} \leq 150 \text{ кВ/см}$			«Объем и нормы испытания изоляции»		
6.3.1	Отбор проб масла и его периодичность	Наличие в конструкции концевой муфты маслозаборника. Наличие в инструкции по эксплуатации муфт методики отбора проб масла и требований по периодичности			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.4	Соединительные муфты для прокладки в земле. Требование по герметичности	Герметичность			МЭК 62067 п. Д		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
6.4.1	Контактные соединения соединительных муфт. Требования по стойкости к токам нагрузки при эксплуатации	Отсутствие после испытаний деформаций и повреждений контактных соединений, а также изменений их электрических параметров (МЭК 62067 п. 13)			МЭК 62067 п. 13		
6.4.2	Возможность соединения оптоволокну внутри кожуха муфты	Наличие соединения в конструкции муфты			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.5	Срок хранения основных комплектующих для арматуры (деталей из эластомерных материалов), лет	≥ 3			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6.6	Требования к электрической прочности изоляции муфт						
6.6.1	Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	1050	1175	1550	МЭК 62067		
6.6.2	Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	318 30 мин	420 60 мин	580 60 мин	МЭК 62067		
6.6.3	Уровень частичных разрядов предварительно изготовленных элементов усиливающей изоляции муфт при $1,5 \cdot U_0$ (приемосдаточные испытания), пКл	≤ 10			МЭК 62067		
6.7	Наличие документации, подтверждающей положительный опыт эксплуатации кабеля и арматуры	Референц-листы на поставку кабеля и комплектующей арматуры, предоставление монтажных инструкций на арматуру с указанием контролируемых параметров			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7	Маркировка, упаковка, транспортировка, условия хранения	В соответствии с документацией изготовителя			ГОСТ 18690-82, документация изготовителя		
8	Требования к испытаниям						
8.1	Заводские приемосдаточные испытания кабелей и основной изоляции, предварительно изготовленной арматуры						
8.1.1	Измерение частичных разрядов при напряжении $U = 1.5U_0$, пКл	190 кВ	285 кВ	435 кВ	МЭК 62067 п. 9.2		
		≤ 10					

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.1.2	Испытание переменным напряжением промышленной частоты, кВ	318/ 30 мин	420/ 60 мин	580/ 60 мин	МЭК 62067 п. 9.3		
Отсутствие пробоя							
8.1.3	Электрическое испытание наружной оболочки кабеля $U_{AC} = 18$ кВ или $U_{DC} = 30$ кВ при времени приложения не менее 0,1 с, или $U_{DC} = 25$ кВ в течение 1 мин (для оболочки с графитизированным покрытием)	Отсутствие пробоя			МЭК 62067 п. 9.4, МЭК 60229 п. 3		
8.1.4	Испытания на образцах кабелей						
8.1.4.1	Проверка токопроводящей жилы внешним осмотром или измерением на соответствие МС МЭК 60228	Соответствие требованиям			МЭК 62067 п. 10.4		
8.1.4.2	Измерение электрического сопротивления жилы	См. п. 3.3.1			МЭК 62067 п. 10.5		
8.1.4.3	Проверка конструкции и конструктивных размеров	Соответствие требованиям			МЭК 62067 п. п. 10.6 - 10.8		
8.1.4.4	Испытание на тепловую деформацию XLPE изоляции	Соответствие требованиям			МЭК 62067 п. 10.9		
8.1.4.5	Измерение электрической емкости, измеренное значение не должно превышать номинальное, более чем на, %	8			МЭК 62067 п. 10.10		
8.1.4.6	Испытание на стойкость к воздействию статического гидравлического давления образцов подводного кабеля	В соответствии с документацией изготовителя			Документация изготовителя, ГОСТ 20.57. 406-81 п. 2.31		
8.2	Испытания на образцах кабеля с периодичностью, установленной документацией по качеству предприятия-изготовителя						
8.2.1	Испытание грозовым импульсным напряжением по 10 импульсов «+» и «-» полярности при $T_{ж} = (95 - 100) ^\circ\text{C}$, кВ	1050 кВ	1175 кВ	1550 кВ	МЭК 62067 п. 10.12		
		Отсутствие пробоя					
8.2.2	Испытание напряжением промышленной	254 кВ	380 кВ	580 кВ	МЭК 62067		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
	частоты $U_{исп} = 2 \cdot U_0$ в течение 15 мин., кВ	Отсутствие пробоя			п. 10.12		
8.2.3	Испытание на водонепроницаемость - на концах испытуемого образца не должно быть воды на длине, м	8			МЭК 62067 п. 12.5.14		
8.3	Преквалификационные испытания для подтверждения эксплуатационной надежности кабеля и арматуры по результатам длительных (1 год) испытаний на готовой кабельной системе 110 кВ	Испытания проводятся по методике МЭК 62067 п. 13 при отсутствии преквалификационных испытаний на аналогичную кабельную систему на напряжение 220 кВ и выше			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
8.3.1	Испытание циклическим нагревом под напряжением $U_{исп} = 1,7 \cdot U_0$ в течение 8760 часов (180 циклов нагрева и охлаждения). Характеристика цикла: -нагрев током до $T_{ж} = 90 - 95$ °С не менее 8 часов, из них выдержка при $T_{ж} = 90 - 95$ °С в течение 2 часов, -естественное охлаждение – не менее 16 часов.	216 кВ	323 кВ	493 кВ	МЭК 62067 п. 13.2.3		
		Отсутствие пробоя					
8.3.2	Испытание грозовым импульсным напряжением на образцах по 10 импульсов "+" и "-" полярности при $T_{ж} = (90 - 95)$ °С	1050 кВ	1175 кВ	1550 кВ	МЭК 62067 п. 13.2.4		
		Отсутствие пробоя					
8.3.3	Визуальный осмотр кабеля и арматуры после завершения испытаний	Не должно быть никаких признаков повреждений, которые могут повлиять на эксплуатацию системы			МЭК 62067 п. 13.2.5		
8.4	Типовые испытания кабельной системы для подтверждения электрических и неэлектрических (физико-механических) характеристик кабеля в комплекте с арматурой установленным нормам стандарта						
8.4.1	Типовые электрические испытания на кабеле в комплекте с арматурой				МЭК 62067 п. 12		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.4.1.1	Испытания кабеля на изгиб, при кратности изгиба = 3 с последующим монтажом арматуры и проведением электрических испытаний	Диаметр изгиба - в зависимости от конструкции кабеля			МЭК 62067 п. 12.4.4		
8.4.1.2	Измерение частичных разрядов (ЧР) при $U_{исп} = 1,5U_0$ после изгиба при $T_{комн.}$, пКл	190 кВ	285 кВ	435 кВ	МЭК 62067 п. 12.4.5		
		≤ 5 пКл					
8.4.1.3	Измерение $tg \delta$ при $T_{ж} = 95 - 100^\circ C$ и напряжении U_0	127 кВ	190 кВ	290 кВ	МЭК 62067 п. 12.4.6		
		$\leq 0,001$					
8.4.1.4	Испытание циклическим нагревом (20 циклов нагрева и охлаждения) Характеристика цикла: -нагрев током до $T_{ж} = 95 - 100^\circ C$ не менее 8 часов, из них выдержка при $T_{ж} = 95 - 100^\circ C$ в течение 2 часов, -естественное охлаждение – не менее 16 часов до $T_{ж} \leq T_{окр.ср} + 15^\circ C$, но $\leq 45^\circ C$ $U_{исп} = 2U_0$ После последнего цикла нагрева – измерение ЧР, пКл -при $T_{ж} = 95 - 100^\circ C$ -при $T_{ж} = T_{окр. ср.}$ или после испытания импульсным напряжением	254 кВ	380 кВ	580 кВ	МЭК 62067 п. 12.4.7		
		Регистрация тока по жиле в течение двух последних часов каждого периода нагрева					
		ЧР ≤ 5 пКл					
8.4.1.5	Испытание коммутационным импульсным напряжением при $T_{ж} = 95 - 100^\circ C$, 10 импульсов «+» и «-» полярности, кВ	-	950 кВ	1175 кВ	МЭК 62067 п. 12.4.8		
		-	Отсутствие пробоя и Перекрытия				

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.4.1.6	Испытание грозовым импульсным напряжением с последующим испытанием напряжением переменного тока промышленной частоты а) 10 импульсов "+" и "-" полярности при $T_{ж} = 95 - 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ б) Испытание напряжением промышленной частоты $U_{исп} = 2U_0$ в течение 15 мин. во время охлаждения или при $T_{ж} = T_{окр.ср.}$	1050 кВ	1175 кВ	1550 кВ	МЭК 62067 п. 12.4.9		
		Отсутствие пробоя и перекрытия					
		254 кВ	380 кВ	580 кВ			
		Отсутствие пробоя и перекрытия					
8.4.1.7	Визуальный контроль кабеля и арматуры после электрических испытаний	Не должно быть никаких видимых повреждений			МЭК 62067 п. 12.4.10		
8.4.1.8	Измерение удельных сопротивлений электропроводящих экструдированных экранов (до и после старения) Экран по жиле, Ом*м Экран по изоляции, Ом*м	≤ 1000 ≤ 500			МЭК 62067 п. 12.4.11		
8.4.1.9	Испытание соединительной муфты , предназначенной для прокладки в земле, на герметичность и изоляции вывода кабеля для транспозиции. Испытуемая сборка погружена на глубину не менее 1 м от наружной защиты.	Отсутствие проникновения воды и внутренней коррозии			МЭК 62067 п. 12.4.2.h. Приложение D		
8.4.1.9.1	20 циклов нагрева/ охлаждения в воде. Нагрев воды до $T=70-75^{\circ}\text{C}$, выдержка при этой температуре, в течение не менее 5 часов, затем охлаждение до температуры на 10°C выше $T_{окр. среды}$	Отсутствие проникновения воды и внутренней коррозии			МЭК 62067 Приложение D		
8.4.1.9.2	Испытание постоянным напряжением – 20 кВ защиты кожуха муфты между водой и выводом, 1 мин.	Отсутствие пробоя			МЭК 62067 Приложение D.4.1, D.4.2.1		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.4.1.9.3	Испытание импульсным напряжением, в соответствии с таблицей Н1 МЭК 60840/D1 МЭК 62067.	Отсутствие пробоя			МЭК 62067 Приложение D.4.2.2		
8.4.1.9.4	Внешний осмотр муфты после испытаний.	Не должно быть следов проникновения воды, коррозии и других разрушений			МЭК 62067 Приложение D.5		
8.4.2	Типовые неэлектрические испытания						
8.4.2.1	Проверка конструкции кабеля с измерением фактических размеров всех элементов кабеля на соответствие документации	Конструкция кабеля должна соответствовать номинальным размерам и допускам по всем элементам кабеля			МЭК 62067 п. 12.5.1		
8.4.2.2	Измерение сопротивления жилы постоянному току, приведенное к 20 °С	Соответствие требованиям МЭК 60228:2004			МЭК 60228:2004		
8.4.2.3	Определение механических характеристик изоляции до и после старения при T= 135 °С, продолжительность 7 суток (168 час): - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, %	До старения: ≥ 12,5 ≥ 200	После: Отклонение ≤ 25 % - « -	МЭК 62067 п. 12.5.2 табл. 5			
8.4.2.4	Определение механических характеристик полиэтиленовой наружной оболочки кабеля до и после старения - Разрывная прочность, Н/мм ² , - Относительное удлинение, %	До старения: ≥ 12,5 ≥ 300	После: - ≥ 300	МЭК 62067 п. 12.5.3 табл. 6 (ST ₇)			
8.4.2.5	Определение механических характеристик наружной оболочки кабеля из ПВХ пониженной горючести (Внг) до и после старения - Разрывная прочность, Н/мм ² , - Относительное удлинение, %	До старения: ≥ 12,5 ≥ 150	После: Отклонение ≤ 25 % ≥ 12,5 ≥ 150	МЭК 62067 п. 12.5.3 табл. 6 (ST ₂)			
8.4.2.6	Определение механических характеристик	До старения:	После:	ГОСТ Р			

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
	наружной оболочки кабеля из полимерной композиции не содержащей галогенов (НГ) до и после старения - Разрывная прочность, Н/мм ² , - Относительное удлинение, %	≥ 9 ≥ 125	Отклонение $\leq 40\%$ ≥ 9 ≥ 100		53769-2010 п. 5.2.5.2 таблица 12		
8.4.2.7	Проверка стойкости к деформации (продавливанию) наружной оболочки кабеля из ПЭ, ПВХ пониженной пожарной опасности, НГ - полимерной композиции не содержащей галогенов. Уменьшение толщины, %		≤ 50		МЭК 62067 п. 12.5.6 табл. 6, МЭК 60811-3-1 п. 8.2, ГОСТ Р 53769 -2010 п. 5.2.5.2 табл. 12		
8.4.2.8	Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости материалов (экструдированные изоляция, электропроводящие слои и ПЭ оболочка) при $T_{ж} = 100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ Продолжительность 7 сут. (168 час) Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, % Экструдированная оболочка: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, %	До старения: $\geq 12,5$ ≥ 200 $\geq 12,5$ ≥ 300	После: Отклонение $\leq 25\%$ - « - - ≥ 300		МЭК 62067 п. 12.5.4		
8.4.2.9	Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости материалов (оболочка их ПВХ пониженной горючести) при $T_{жилы} = 100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ Продолжительность 7 сут. (168 час) Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои:	До старения	После: Отклонение $\leq 25\%$		МЭК 62067 п. 12.5.4		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
	- Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, % Экструдированная оболочка: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, %	$\geq 12,5$ ≥ 200 $\geq 12,5$ ≥ 150	- « - Отклонение $\leq 25\%$ $\geq 12,5$ ≥ 150				
8.4.2.10	Испытание на старение образцов готового кабеля для проверки совместимости материалов (оболочка из HF композиции) при $T_{\text{жилы}} = 100 \pm 2$ °C Продолжительность 7 сут. (168 час) Экструдированные изоляция, эл/проводящие слои: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, % Экструдированная оболочка: - Разрывная прочность, Н/мм ² - Относительное удлинение, %	До старения $\geq 12,5$ ≥ 200 ≥ 9 ≥ 125	После старения Отклонение $\leq 25\%$ - « - Отклонение $\leq 40\%$ ≥ 9 ≥ 100	МЭК 62067 п. 12.5.4			
8.4.2.11	Испытание на тепловую деформацию сшитой изоляции (Hot set test): Удлинение под нагрузкой при 200 °C, % Удлинение при снятии нагрузки, %		≤ 175 ≤ 15	МЭК 62067 п. 12.5.10 табл. 7			
8.4.2.12	Определение содержания сажи в ПЭ и HF оболочке, %		$2,5 \pm 0,5$	МЭК 62067 п. 12.5.12			
8.4.2.13	Испытание на усадку XLPE изоляции после выдержки при $T = 130$ °C в течение 6 час, %		≤ 4	МЭК 60840 п. 12.4.13			
8.4.2.14	Испытание на усадку ПЭ оболочки после 5 циклов нагрева ($T = 80$ °C в течение 5 час), %		≤ 3	МЭК 60840 п. 12.4.14			

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.4.2.15	Испытание на прочность адгезии алюмополимерной ленты к оболочке, Н/мм и на прочность перекрытия алюмополимерной ленты, Н/мм,		$\geq 0,5$ $\geq 0,5$		МЭК 60840 п. 12.4.19 Приложение G, Документация изготовителя		
8.4.2.16	Испытание на продольное проникновение воды по образцу кабеля после 10 суточных циклов нагрева (8 час) проводника до температуры (95 - 99) °С с последующим охлаждением (16 час). Давление воды 0,1 Bar (1 м водяного столба)		Вода не должна проникнуть под оболочку и жилу на длину ≥ 4 м в одну сторону		МЭК 62067 п. 12.5.14		
8.4.2.17	Испытание на потерю массы оболочки из ПВХ пониженной горючести в термостате при $T = 100 \pm 2$ °С, продолжительность 7 суток. Допустимая потеря массы, мг/см ²		$\leq 1,5$		МЭК 62067 п. 12.5.5 и табл. 9 (ST ₂)		
8.4.2.18	Водопоглощение оболочки из HF -композиции. Увеличение массы, мг/см ²		≤ 10		ГОСТ Р 53769 - 2010 п. 5.2.5.2 таблица 12		
8.4.2.19	Испытание кабеля на воздействие пониженной рабочей температуры среды		Целостность оболочки		ГОСТ 20.57.406- 81 (метод 203-1)		
8.4.2.20	Испытание на нераспространение горения кабелей с оболочкой ПВХ нгп и HF на категорию А		Наличие сертификатов пожарной безопасности		ГОСТ Р 53315 - 2009, ГОСТ Р МЭК 60332-3-22- 2005		
8.4.2.21	Механические испытания кабеля для подводной прокладки				ТВ DRAFT WG B1.27, МЭК 62067 п. 12.4.5		
8.4.2.21.1	Испытание на растяжение с изгибом по методике WG 21.02 п. 2.2 Электра 171, 1997		Не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони		Электра 171,1997, WG 21.02 п. 2.2, документация изготовителя		

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
8.4.2.21.2	Испытание на растяжение по методике WG 21.02 п. 2.3 Электра 171, 1997	Не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони			Электра 171,1997, WG 21.02 п.2.3, документация изготовителя		
8.4.2.21.3	Испытание на противодействие внешнему давлению воды по методике WG 21.02 п. 2.4 Электра 171, 1997	После испытания не должно быть вредных дефектов и остаточной деформации токопроводящей жилы и брони			Электра 171,1997, WG 21.02 п. 2.4, документация изготовителя		
8.4.2.21.4	Испытание на проникновение воды в жилу по методике ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.2	В соответствии с требованиями документации изготовителя			ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.2, документация изготовителя		
8.4.2.21.5	Испытание на проникновение воды в наружную оболочку по методике ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.3	В соответствии с требованиями документации изготовителя			ТВ DRAFT WG B1.27 п. 8.7.3, документация изготовителя		
8.4.2.22	Дополнительные специфические требования к кабелю «CityCable»	Допустимый ток нагрузки выбирается с учетом потерь в стальной трубе и согласуются с Заказчиком (ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК»)			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9	ТРЕБОВАНИЯ К СЕРВИСНЫМ ЦЕНТРАМ						
9.1	Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.	Разрешительная документация на техническое обслуживание электротехнического оборудования. Перечень и копии выполняемых договоров сервисного обслуживания. Отзывы о проделанной ранее сервисным центром работе (референс-лист).			Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов.						

1	2	3			6	7	8
		220 кВ	330 кВ	500 кВ			
9.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.	<p>Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации.</p> <p>Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода изготовителя.</p> <p>Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.</p>					
9.4	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей.						
9.5	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона.						
9.6	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов.						