
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
33.180.10.174-2014**

**Оптический кабель,
встроенный в грозозащитный трос,
натяжные и поддерживающие зажимы, муфты
для организации ВОЛС-ВЛ на линиях
электропередачи напряжением 35 кВ и выше.
Общие технические условия**

Стандарт организации

Дата введения: 21.05.2014

Дата введения изменений: 22.09.2016

ОАО «ФСК ЕЭС»

2014

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 1.5-2012.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО».
2. ВНЕСЁН: Департаментом развития информационных технологий, Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.05.2014 № 237.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 22.09.2015 № 333 в раздел 5 (п. 5.2.3.6).
5. ВВЕДЁН: с изменениями от 22.09.2016 (ПОВТОРНО).

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

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

Введение.....	5
1 Область применения.....	5
2 Нормативные ссылки.....	5
3 Обозначения и сокращения.....	6
4 Технические требования.....	8
4.1 Требования к оптическим волокнам.....	8
4.2 Требования к конструкции ОКГТ.....	9
4.3 Требования к механическим параметрам ОКГТ.....	10
4.4 Требования к электрическим параметрам ОКГТ.....	11
4.5 Требования к стойкости ОКГТ к внешним климатическим воздействиям.....	12
4.6 Требования к сроку службы ОКГТ.....	12
4.7 Типовые технические требования на поставку ОКГТ.....	13
4.8 Требования к упаковке и маркировке ОКГТ.....	15
4.9 Требования к сопроводительной документации на ОКГТ.....	16
4.10 Требования к безопасности ОКГТ.....	17
4.11 Требования к транспортировке и хранению ОКГТ.....	17
4.12 Требования к подвесным оптическим муфтам для ОКГТ.....	17
4.13 Требования к натяжным и поддерживающим зажимам, линейной арматуре для крепления ОКГТ.....	19
4.14 Требования к монтажу и эксплуатации ОКГТ.....	20
4.15 Требования к аттестации и сертификации.....	21
5 Методы испытаний.....	21
5.1 Общие указания к методам испытаний.....	21
5.2 Методы испытаний ОКГТ.....	22
5.2.1 Проверка конструкции ОКГТ.....	22
5.2.2 Проверка оптических параметров ОКГТ.....	22
5.2.3 Испытание ОКГТ на стойкость к растяжению.....	22
5.2.4 Испытание ОКГТ на стойкость к перекатке на ролике.....	24
5.2.5 Испытание ОКГТ на стойкость к воздействию эоловой вибрации.....	26
5.2.6 Испытание ОКГТ на вытяжку.....	27

5.2.7	Испытание ОКГТ на стойкость к галопированию (пляске)	30
5.2.8	Испытание ОКГТ на стойкость к воздействию тока КЗ	31
5.2.9	Испытание ОКГТ на стойкость к грозовому разряду	32
5.2.10	Испытания на стойкость ОКГТ к циклическому воздействию температур	34
5.2.11	Испытание ОКГТ на стойкость к продольному проникновению воды	35
5.3	Методы испытаний подвесных оптических муфт	35
5.3.1	Испытание на герметичность	35
5.3.2	Испытание на стойкость к динамической нагрузке	36
5.3.3	Испытание на стойкость к воздействию вибрационных нагрузок	36
5.3.4	Испытание на стойкость к поражению дробью	37
5.3.5	Испытание на стойкость заделки выходящих из муфты концов ОКГТ к кручению и на изгиб	37
5.3.6	Испытание на прочность заделки ОКГТ в муфте	38
5.3.7	Испытания на стойкость муфты к воздействию дождя	38
5.3.8	Испытание на стойкость муфты к воздействию соляного тумана	39
	Библиография	40

Введение

Настоящие Общие технические условия разработаны в рамках актуализации и пересмотра существующих «Типовых технических требований на поставку оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос (ОКГТ), для организации ВОЛС-ВЛ на линиях электропередачи 35 кВ и выше» и «Методов испытаний оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос, подвесных оптических муфт и зажимов, предназначенных для эксплуатации на линиях электропередачи 35 кВ и выше», рекомендованных к применению ОАО «ФСК ЕЭС» в 2004 году.

В рамках работы было учтено обновление отраслевых государственных и международных стандартов и нормативов. Учтен современный опыт проектирования и эксплуатации ВОЛС-ВЛ с применением ОКГТ.

1 Область применения

1.1 Настоящие Общие технические условия относятся к ОКГТ предназначенных для организации волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) на воздушных (ВЛ) и на линейной части кабельно-воздушных линий (КВЛ) электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

1.2 Настоящий стандарт организации определяет технические требования к ОКГТ, нормируют формат и порядок составления технических требований на поставку ОКГТ, охватывают методологию выбора параметров ОКГТ при проектировании ВОЛС-ВЛ в соответствии с [1], рассматривают методы испытаний ОКГТ, натяжных и поддерживающих зажимов и подвесных оптических муфт, устанавливают обязанности и ответственность поставщика и изготовителя ОКГТ, права покупателя и его взаимодействия с поставщиком.

1.3 Настоящие Общие технические условия обязательны для ПАО «ФСК ЕЭС» при проектировании ВОЛС на действующих и вновь проектируемых ВЛ, КВЛ, поставщиков и изготовителей ОКГТ, натяжных и поддерживающих зажимов, подвесных оптических муфт.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 20.57.406-81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний (с Изменениями № 1 – 10).

ГОСТ 12177-79 Кабели, провода и шнуры. Методы проверки конструкции (с Изменениями № 1 – 4).

ГОСТ Р 51177-98 Арматура линейная. Общие технические условия.

ГОСТ Р 51155-98 Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний.

ГОСТ Р 52266-04 Кабельные изделия. Кабели оптические. Общие технические условия.

ГОСТ Р МЭК 793-1-93 Волокна оптические. Общие технические требования.

3 Обозначения и сокращения

Воздушная линия электропередачи (ВЛ) – устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.).

Волоконно-оптическая линия связи на воздушных линиях электропередачи (ВОЛС-ВЛ) – волоконно-оптическая линия связи для передачи информации с использованием размещаемого на элементах ВЛ оптического кабеля, как отдельно подвешенного или навиваемого на провод ВЛ, так и встроенного в грозозащитный трос или фазный провод, а также встроенного в высоковольтный кабель.

Вытяжка - необратимое удлинение подвесного ОКГТ под воздействием растягивающего тяжения, приложенного при монтаже и среднегодовой температуре эксплуатации.

Изготовитель – организация, независимо от формы собственности, производящая ОКГТ или продукцию, предназначенную для монтажа ОКГТ (линейная арматура, соединительные муфты и т.д.), для реализации потребителям.

КЗ – короткое замыкание.

Максимально допустимая растягивающая нагрузка (МДРН) – максимальная растягивающая нагрузка, возникающая в процессе эксплуатации под воздействием собственного веса ОКГТ и максимальных внешних климатических нагрузок, при которой сохраняются требуемые оптические параметры ОВ и срок службы ОКГТ.

Механическая прочность на разрыв (МНР) – минимальная расчетная разрывная прочность ОКГТ.

Модуль упругости (модуль Юнга) – физическая величина, характеризующая способность отдельных материалов, входящих в конструкцию ОКГТ, или в целом конструкции ОКГТ упруго деформироваться (удлиниться) при приложении к нему растягивающей силы. В области упругой деформации модуль упругости определяется производной (градиентом)

зависимости напряжения от деформации, то есть тангенсом угла наклона диаграммы напряжений-деформаций.

ОВ – оптическое волокно.

ОКГТ – оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос. Элемент ВЛ, предназначенный для защиты ВЛ от прямых ударов молнии, а также выполняющий функцию кабеля связи.

Оптическая муфта – устройство для соединения ОВ двух и более ОКГТ.

Оптический модуль (ОМ) – элемент ОКГТ, в котором располагаются волокна.

ПГП – зажим поддерживающий «глухой» для переходов, рассчитанный для одного провода

Поставщик - предприятие, осуществляющее поставку ОКГТ, линейной арматуры, соединительных муфт, машин, оборудования, комплектующих изделий на строительную площадку при сооружении ВОЛС-ВЛ.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

Среднеэксплуатационная нагрузка (СЭН) – растягивающая нагрузка, приложенная к ОКГТ, при среднеэксплуатационной температуре в условиях отсутствия ветра и гололеда.

Строительная длина кабеля – длина ОКГТ, поставляемая на одном барабане заводом-изготовителем для строительства ВОЛС-ВЛ. Строительная длина определяется в проекте и включает в себя длину ОКГТ между муфтами, с учетом спусков к ним и технологического запаса.

Технические условия (ТУ) – технические условия на кабель, разработанные его изготовителем.

G.650 – стандарт, содержащий определения и методы испытаний, касающиеся одномодового волокна [2].

G.652 – стандарт, содержащий характеристики одномодового оптического волокна и кабеля [3].

G.653 – стандарт, содержащий характеристики одномодового оптического волокна и кабеля со сдвигом дисперсии [4].

G.654 – стандарт, содержащий характеристики одномодового оптического волокна и кабеля со смещенной дисперсией и отсечкой [5].

G.655 – стандарт, содержащий характеристики одномодового оптического волокна и кабеля с ненулевым дисперсионным смещением [6].

4 Технические требования

4.1 Требования к оптическим волокнам

4.1.1 Параметры ОВ должны соответствовать ГОСТ Р МЭК 793-1 и [2-6]. Индивидуальные требования к параметрам ОВ должны уточняться по результатам проработки технического проекта системы передачи информации, реализуемой на конкретной ВОЛС-ВЛ, и быть не хуже приведенных в Таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1. Требования к ОВ

Параметр	Тип волокна в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т				Методы испытаний
	G.652	G.653	G.654	G.655	
Геометрические параметры					
Диаметр отражающей оболочки, мкм	125±1				Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.2.1; ГОСТ Р МЭК 793-1-A2
Некруглость отражающей оболочки, %, не более	2				
Неконцентричность модового поля, мкм, не более	0,8				-
Диаметр по защитному покрытию, мкм	250±15				Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.2.1; ГОСТ Р МЭК 793-1-A2
Оптические параметры					
Коэффициент затухания оптического волокна дБ/км, не более на длине волны, 1310 нм 1550 нм 1625 нм	0,36	-	-	-	Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.4; ГОСТ Р МЭК 793-1-C1
	0,22	0,22	0,2	0,22	
	-	-	-	0,25	
Диаметр модового поля, мкм	(9-9,5) ±0,7	(7,8-8,5) ±0,7	10,5 ±0,7	(8-11) ±0,7	Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.4; ГОСТ Р МЭК 793-1-C9
Длина волны отсечки (в ОКГТ), нм, не более	1270	1270	1530	1480	Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.3; ГОСТ Р МЭК 793-1-C7B

Длина волны нулевой дисперсии, нм	1310±10	1550±25	-	<1530	-
Коэффициент хроматической дисперсии пс/(нм·км), не более: в интервале длин волн: 1285-1330 нм 1525-1575 нм 1530-1565 нм	3,5 18 -	- 3,5 -	- 20 -	- - ± (0,1-10,0)	Рек. G.650 МСЭ-Т, Раздел 5.5; ГОСТ Р МЭК 793-1-С5С
Коэффициент поляризационной модовой дисперсии пс/км ^{1/2} , не более:	0,2	-	-	0,2	-

Окончание Таблицы 4.1.1

Параметр	Тип волокна в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т				Методы испытаний
	G.652	G.653	G.654	G.655	
Наклон дисперсионной характеристики в области длины волны нулевой дисперсии, в интервале длин волн, пс/нм ² км, не более 1285-1330 нм 1525-1575 нм	0,093 -	- 0,085	- 0,06	- -	-
Механические характеристики					
Усилие стягивания покрытия, Н, не более	3				[7] ЕІА/ТІА-455-178

4.1.2 Цветовая маркировка и идентификационные признаки ОВ и ОМ (при их наличии) должны соответствовать требованиям 4.19 [1].

4.2 Требования к конструкции ОКГТ

4.2.1 ОКГТ должны соответствовать общим требованиям к конструкции оптического кабеля, приведенным в ГОСТ Р 52266 и [10], а также дополнительным требованиям приведенным ниже. Данный список требований является минимальным и при необходимости может быть дополнен специальными дополнительными требованиями, определяемыми разработчиком ОКГТ и спецификой его конструктивного исполнения.

4.2.2 ОКГТ должны иметь силовые несущие элементы в виде металлических проволок, которые могут иметь круглое, трапецидальное и Z – образное сечение*. Проволоки должны быть преформированы и при обрыве не выходить из повива более чем на 1-2 шага скрутки.

Примечание. При технико-экономическом обосновании могут применяться проволоки иного сечения по согласованию с ПАО «ФСК ЕЭС» при условии сохранения всех остальных

требований к конструкции ОКГТ. В этом случае, могут измениться условия и объём испытаний, которые должны быть согласованы с ПАО «ФСК ЕЭС».

4.2.3 Силовые элементы ОКГТ должны быть однородного качества и изготовлены из одного из следующих материалов или их сочетания:

- 1) проволока стальная плакированная алюминием [8];
- 2) проволока из алюминиевого сплава [9].
- 3) Проволока стальная оцинкованная для особо жёстких условий (ОЖ) (ПУЭ п. 2.5.79).

Допускается любое сочетание проволок стальных плакированных алюминием, проволок из алюминиевого сплава и элементов ОКГТ, изготовленных из алюминиевого сплава и нержавеющей стали, содержащих ОВ. Не допускается сочетание стальной оцинкованной проволоки с проволокой стальной плакированной алюминием, проволокой из алюминиевого сплава и с элементами ОКГТ, изготовленными из алюминиевого сплава и нержавеющей стали, содержащими ОВ.

4.2.4 Скрутка смежных повивов должна быть произведена в противоположных направлениях, причем наружный повив должен иметь правое направление скрутки.

4.2.5 Материалы, используемые в конструкции ОКГТ должны быть совместимы по физическим свойствам с ОВ и служить для их защиты от внешних воздействующих факторов, таких как: раздавливание, изгиб, кручение, растяжение, длительное и кратковременное термическое воздействие, влага.

4.2.6 В ОКГТ не должно быть обрывов ОВ и сварных соединений ОВ.

4.3 Требования к механическим параметрам ОКГТ

4.3.1 ОКГТ должны быть стойкими к воздействию растягивающих нагрузок.

4.3.2 МПР ОКГТ рассчитывается в соответствии с Приложением А.1 [10] и должна быть подтверждена испытаниями.

4.3.3 СЭН для ОКГТ устанавливается изготовителем и должна обеспечивать механическую прочность всех элементов кабеля, с учетом его вытяжки при приложении к нему растягивающей нагрузки при среднеэксплуатационной температуре в условиях отсутствия ветра и гололеда в течение всего срока его эксплуатации.

4.3.4 Для ОКГТ, в конструкции которых имеются элементы из алюминиевого сплава, должна быть определена вытяжка, которая должна быть предоставлена в виде зависимости «нагрузка – удлинение» после реализации вытяжки в течение его эксплуатации при среднегодовой температуре или в виде значений модуля упругости после вытяжки для ОКГТ в целом или отдельно по повивам, как правило, описываемая полиномом

четвертой степени, допускается указывать вытяжку ОКГТ значением эквивалентной температуры, которая должна учитывать изменение его длины с учетом всех металлических элементов без исключения.

Допускается принимать значение вытяжки или зависимости «нагрузка-удлинение» после вытяжки, полученной посредством испытаний ОКГТ, являющегося конструктивным аналогом в части соотношения сечения и/или количества стальных и алюминиевых элементов, при условии соответствия значений вытяжки ОКГТ и аналога, полученных при одном из значений растягивающей нагрузки (предпочтительно при 50 % от МДРН).

4.3.5 ОКГТ должны быть устойчивы к нагрузкам, возникающими при его монтаже под тяжением при раскатке его на роликах.

4.3.6 ОКГТ в составе с рекомендованной изготовителем линейной арматурой: натяжными зажимами и поддерживающим зажимом должны быть стойкими к эоловой вибрации (типичные колебания, возникающие под действием ветра). Число виброциклов – не менее 100 млн. Частота колебаний рассчитывается по формуле «частота = $830/\text{диаметр ОКГТ в мм} \pm 10$ ». Размах (удвоенная амплитуда) колебаний в пучности полуволны – $1/3$ диаметра ОКГТ ± 10 %.

4.3.7 ОКГТ в составе с рекомендованными изготовителем ОКГТ натяжными, поддерживающими зажимами должны быть стойкими к пляске (галопированию). ОКГТ должны выдерживать минимум 100 000 циклов галопирования с двойной амплитудой, равной $1/25$ длины пролета и частотой, соответствующей резонансной частоте колебаний с длиной полуволны, равной длине пролета.

4.4 Требования к электрическим параметрам ОКГТ

4.4.1 ОКГТ должны обеспечивать электрическое сопротивление к постоянному току при 20 °С в течение всего срока эксплуатации, величина которого определяется в соответствии с сопротивлением металлических элементов кабеля в соответствии с Приложением А.5 [10].

4.4.2 ОКГТ должны быть термически устойчивы к воздействию тока короткого замыкания (КЗ), возникающего в процессе эксплуатации ОКГТ при однофазных и двухфазных замыканиях на землю, величина которого эквивалентна допустимому односекундному току КЗ и устанавливается заказчиком в соответствии с [11]. Термическая стойкость определяется расчетом в соответствии с [11] и подтверждается испытаниями.

4.4.3 Максимально допустимая температура нагрева ОКГТ при термическом воздействии тока КЗ не должна превышать 200 °С.

4.4.4 Начальная температура термического воздействия тока КЗ определяется районом подвески и эксплуатации ОКГТ и устанавливается заказчиком, при этом для районов РФ она не должна быть ниже 25 °С.

4.4.5 ОКГТ должны быть устойчивы к воздействию импульса грозового разряда молнии с переносимым зарядом постоянной составляющей тока молнии величиной не менее 50 Кл. Для ОКГТ подвешиваемых на участках действующих ВЛ 110 – 220 кВ с повышенным значением термического воздействия токов КЗ допускается по согласованию с Заказчиком снижение стойкости ОКГТ к воздействию импульса грозового разряда молнии с переносимым зарядом постоянной составляющей тока молнии величиной менее 50 Кл.

4.4.6 В случае применения ОКГТ на ВЛ с плавкой гололеда, ОКГТ должны быть стойкими к току плавки гололеда, величина которого устанавливается заказчиком, при внешних климатических условиях в соответствии с требованиями заказчика и определяется расчетным путем в соответствии с [12] или [13]. Максимально допустимая температура нагрева ОКГТ при воздействии тока плавки гололеда не должна превышать значения, указанного изготовителем ОКГТ, и не должна превышать 85 °С.

4.5 Требования к стойкости ОКГТ к внешним климатическим воздействиям

4.5.1 ОКГТ должны быть стойкими к воздействию повышенной рабочей температуры среды, величина которой определяется районом подвески кабеля и которая должна быть не менее плюс 70 °С;

4.5.2 ОКГТ должны быть стойкими к воздействию пониженной рабочей температуры среды, величина которой определяется районом подвески кабеля и которая должна быть не выше минус 60 °С;

4.5.3 ОКГТ должны быть стойкими к воздействию циклической смены температур среды, диапазон величин которой определяется районом подвески кабеля и должен быть не менее диапазона от минус 60 °С до плюс 70 °С.

4.5.4 ОКГТ должны быть устойчивы к продольному проникновению воды.

4.6 Требования к сроку службы ОКГТ

4.6.1 Конструкция ОКГТ, предлагаемая поставщиком, в комплекте с натяжными и поддерживающими зажимами, муфтами и гасителями вибрации должна обеспечивать его оптические, физико-механические и электрические параметры, защиту ОВ от внешних воздействий в течение всего срока службы, который должен быть не менее 25 лет. Срок службы указывается в технической документации на основании расчетов изготовителя.

4.7 Типовые технические требования на поставку ОКГТ

4.7.1 Технические требования на поставку для каждого типа ОКГТ должны формироваться на основании анализа трассы прохождения ВОЛС-ВЛ (см. главу 4.3 [1]), расчетов по термическому воздействию тока КЗ (см. главу 4.13 [1]) и допустимым стрелам провеса ОКГТ (см. главу 4.13 [1]), требований по стойкости к грозовому разряду и к оптическим параметрам ОКГТ. Для действующих ВЛ дополнительно учитываются требования по допускаемому диаметру и максимально допустимому тяжению (см. главу 4.13 [1]).

4.7.2 Сформированные технические требования должны быть сведены в отдельную таблицу по каждому типу ОКГТ или в объединенную таблицу по всем типам. Ниже приведен пример таблицы (Таблица 4.7.1), содержащей технические требования на несколько типов ОКГТ.

Таблица 4.7.1. Типовой состав технических требований на поставку ОКГТ

Параметр	ОКГТ № 1	ОКГТ № 2	ОКГТ № 3
1	2	3	4
Общее число оптических волокон в кабеле в соответствии с G.652 в соответствии с G.655			
Максимально допустимый диаметр, мм			
Допускаемое значение максимальной растягивающей нагрузки по условию механической прочности опор, кг			
ОКГТ должен выдерживать:			
При начальной температуре			
Термическое воздействие тока короткого замыкания			
Мин. допустимая температура при монтаже			
Климатические условия			
Толщина стенки гололёда, мм			
Максимальный скоростной напор ветра ¹ , кг/м ² , (скорость ветра, м/с)			
Скоростной напор ветра при гололёде, кг/м ² , (скорость ветра, м/с)			
Температура при гололёде, °С			
Минимальная температура, °С			
Среднегодовая температура, °С			
Максимальная температура, °С			
Стрела провеса ОКГТ ² при +15 °С должна			

Параметр	ОКГТ № 1		ОКГТ № 2		ОКГТ № 3	
1	2		3		4	
быть не более: для пролётов (максимальный и средний), м						

Примечание. ¹ величины толщин стенки гололеда и скоростного напора ветра должны быть приведены к эффективной высоте подвески ОКГТ над землей в соответствии с [14].

² значение приведено в установившемся состоянии (после вытяжки).

4.7.3 На основании технических требований поставщик ОКГТ в технико-коммерческом предложении должен представить параметры кабеля в соответствии с перечнем, приведенным в Таблице 4.7.2.

Таблица 4.7.2. Технические параметры ОКГТ, предоставляемые поставщиком

Параметр ОКГТ	Величина
Число оптических волокон в ОКГТ	
В соответствии с G.652	
В соответствии с G.655	
Наружный диаметр ОКГТ, мм (чертеж конструкции ОКГТ)	
Вес ОКГТ, кг/км	
Механическая прочность на разрыв (МПР), кг	
Максимально допустимая растягивающая нагрузка (МДРН), кг	
Среднеэксплуатационная нагрузка, кг	
Сечение стальных элементов, мм ²	
Сечение алюминиевых элементов, мм ²	
Общее сечение металлических элементов, мм ²	
Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км	
Внутреннее индуктивное сопротивление ($X_{вн}$), Ом/км	
Термическое воздействие тока короткого замыкания, кА ² с	
Коэффициент термического линейного расширения, 1/°С	
Модуль упругости (конечный), кг/мм ²	
Данные по вытяжке ОКГТ	
Рабочий диапазон температур, °С	
Минимально допустимая температура при монтаже, °С	
Максимальная строительная длина, м	

Параметр ОКГТ	Величина
Таблица стрел провеса и тяжений для заданных выше климатических условий в начальном режиме и конечном режиме после реализации вытяжки	

4.7.4 В технико-коммерческом предложении на поставку ОКГТ должны быть приложены чертежи ОКГТ, муфт и арматуры, в виде схематических разрезов конструкций ОКГТ.

4.7.5 Сроки поставки ОКГТ определяются в договоре (контракте) в соответствии с требованиями покупателя. Покупатель должен быть извещен о сроках изготовления ОКГТ.

4.7.6 Поставщик должен представить график поставки ОКГТ с учетом сроков окончания строительства и пуска объекта в эксплуатацию.

4.7.7 Покупатель имеет право на ознакомление с производством ОКГТ, на участие в приемочных испытаниях до отгрузки продукции с предприятия-изготовителя, а также на проведение дополнительных испытаний по согласованной программе между покупателем и поставщиком.

4.7.8 Программа заводских испытаний должна быть подготовлена в течение 1 месяца после вступления договора (контракта) в силу и согласована за месяц до начала поставок.

4.7.9 На ОКГТ совместно с натяжными и поддерживающими жимами, а также подвесными оптическими муфтами, предназначенными для применения на ВОЛС-ВЛ, поставщики должны предъявить действующие декларации соответствия Минсвязи России, экспертные заключения или акты приемки в электросетевом комплексе.

4.8 Требования к упаковке и маркировке ОКГТ

4.8.1 Упаковка и маркировка должны быть выполнены в соответствии с п. 7 [15], с учетом дополнительных требований п. 11 [10]. Барабаны с ОКГТ должны быть не возвращаемыми.

4.8.2 Расположение ОКГТ на барабане должно исключать возможность захлестывания витков кабеля и взаимного проникновения слоев намотки кабеля на барабане при транспортировке и монтаже.

4.8.3 Концы ОКГТ должны быть герметично заделаны от проникновения внутрь сердечника жидкостей и газов. Концы ОКГТ должны быть закреплены и легкодоступны.

4.8.4 Внутренний конец ОКГТ, длиной не менее 2 м, должен быть выведен наружу и закреплен так, чтобы исключалась возможность механического повреждения.

4.8.5 Барабаны должны выдерживать все требуемые условия при транспортировке и монтаже ОКГТ без деформации барабана.

4.8.6 Во всех барабанах отверстие в шейке должны быть укреплены стальными втулками и фланцевыми пластинами, исключающими деформацию барабана при погрузке-разгрузке, транспортировке, установке на механизмы и монтаже ОКГТ.

4.8.7 Каждый барабан должен иметь сплошную обшивку, обеспечивающую защиту ОКГТ от механических повреждений при транспортировке.

4.8.8 На каждой щеке барабана на ярлыке (из металла или другого устойчивого к влаге прочного материала), прикрепленном к барабану, должны быть указаны:

- 1) марка ОКГТ;
- 2) проектный номер барабана.

4.8.9 На наружных сторонах щек барабана должна быть водостойкая надпись «Не класть плашмя», стрелка, указывающая направление разматывания барабана и манипуляционный знак «Осторожно, хрупкое!».

4.9 Требования к сопроводительной документации на ОКГТ

4.9.1 Каждый барабан с ОКГТ должен иметь герметично упакованный в полиэтиленовый пакет паспорт-сертификат, закрепляемый на внутренней стороне щеки. В паспорте указываются:

- 1) марка ОКГТ;
- 2) изготовитель ОКГТ;
- 3) длина ОКГТ;
- 4) внешний диаметр ОКГТ;
- 5) тип ОВ;
- 6) коэффициент преломления ОВ;
- 7) изготовитель ОВ;
- 8) количество и расцветка ОВ в группе (модуле) и расцветка групп (модулей) в ОКГТ;
- 9) коэффициент затухания каждого ОВ на длине волны 1550 нм;
- 10) обозначение технических условий или другого документа (для иностранных поставщиков), по которым изготовлен ОКГТ;

- 11) номер договора (контракта);
- 12) заводской номер и дата изготовления (год, месяц);
- 13) масса брутто и нетто в килограммах;
- 14) допустимый радиус изгиба;
- 15) номер декларации Минсвязи России по [16].

4.9.2 Поставщик должен представить в составе сопроводительной документации рекомендации по проектированию подвески ОКГТ, инструкции по монтажу ОКГТ, арматуры и муфт.

4.9.3 Две копии паспорта, в том числе электронная их версия, должны быть направлены покупателю вместе с документами об отгрузке ОКГТ.

4.10 Требования к безопасности ОКГТ

4.10.1 Поставщик должен представить письменное свидетельство, что поставляемый ОКГТ не содержит опасных или токсичных химических материалов.

4.11 Требования к транспортировке и хранению ОКГТ

4.11.1 Транспортирование производится любым видом транспорта, при температуре воздуха от минус 60 °С до плюс 70 °С, на любое расстояние, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта. При транспортировании ОКГТ не должны подвергаться воздействию паров кислоты, щелочей и других агрессивных сред.

4.11.2 При транспортировании барабаны с ОКГТ должны быть надежно закреплены в транспортном контейнере. Крепление барабанов с ОКГТ должно исключать возможность деформации барабанов и повреждения ОКГТ при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах.

4.11.3 ОКГТ должны храниться в упакованном виде, как в складских помещениях, так и на открытых площадках. В воздухе должны отсутствовать пары кислот, щелочей и других агрессивных сред. Температура при хранении от минус 60 °С до плюс 70 °С.

4.12 Требования к подвесным оптическим муфтам для ОКГТ

4.12.1 Данный раздел содержит минимальный перечень требований к подвесным оптическим муфтам, предназначенным для соединения между собой строительных длин ОКГТ, а также ОКГТ с кабелем ответвления и ОКГТ с кабелем ввода, соединяющим основной линейный кабель с аппаратурой связи. Перечень при необходимости может быть дополнен специальными дополнительными требованиями, определяемыми разработчиками муфт и ОКГТ, а также спецификой их конструктивного исполнения.

4.12.2 Концевые и соединительные оптические муфты должны позволять производить монтаж и выкладку сростков ОВ с минимальным числом не менее числа ОВ в ОКГТ.

4.12.3 Концевые и соединительные оптические муфты должны обеспечивать надежную защиту и эксплуатацию ОВ.

4.12.4 Конструкция муфт должна позволять производить ее крепление на опорах ВЛ.

4.12.5 В случае если конструкция ОКГТ содержит волокна различных типов, то в конструкции муфт должно быть предусмотрено размещение сростков ОВ в соответствии с G.652 и/или G.653, и/или G.654, и/или G.655 на различных платах (или кассетах).

4.12.6 Конструкция муфт должна быть полностью адаптирована с конструкцией ОКГТ, для соединения которых она предназначена, и позволять производить перемонтаж ОКГТ в течение всего срока службы.

4.12.7 Конструкция муфт и материалы, из которых она состоит, должна быть герметичной и выдерживать воздействие внешних климатических факторов:

- 1) повышенной температуры окружающей среды, с учетом нагрева солнечной радиации, не ниже плюс 70 °С;
- 2) пониженной температуры окружающей среды не выше минус 60 °С;
- 3) циклическое воздействие температуры от минус 60 °С до плюс 70 °С;
- 4) воздействие дождя и соляного тумана;
- 5) воздействие гололеда.

4.12.8 Конструкция муфт должна выдерживать воздействия следующих механических нагрузок:

- 1) вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 1-100 Гц;
- 2) поражению из охотничьего ружья с расстояния 25 м свинцовой дробью № 3 (диаметр 3,5 мм). Допускается применение специального кожуха;
- 3) заделка выходящих из муфты концов ОКГТ должна быть стойкой к изгибу и кручению.

4.12.9 Конструкция муфт и материалы, из которых они изготовлены, должны обеспечивать надежную эксплуатацию, в указанных выше условиях, в течение срока службы не менее 25 лет.

4.12.10 Поставщик муфт может предложить дополнительные конструкции для укладки на опорах свободной длины технологического запаса ОКГТ, предназначенного для опускания и перемонтажа муфт.

4.12.11 Конструкция муфт должна иметь детали для надежного крепления в ней армирующих элементов ОКГТ.

4.12.12 Подвесные оптические муфты должны быть испытаны в соответствии с 5.3 настоящих Требований.

4.12.13 Муфта должна иметь возможность для ввода не менее 4-х ОК.

4.13 Требования к натяжным и поддерживающим зажимам, линейной арматуре для крепления ОКГТ

4.13.1 Данный раздел содержит минимальный объем требований к натяжным и поддерживающим зажимам, линейной арматуре для подвеса ОКГТ на опорах ВЛ. Перечень при необходимости может быть дополнен специальными дополнительными требованиями, определяемыми разработчиками зажимов и ОКГТ, а также спецификой их конструктивного исполнения.

4.13.2 Линейная арматура должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51177 и ГОСТ Р 51155.

4.13.3 Натяжные и поддерживающие зажимы, гасители вибрации, заземляющие соединения, струбцины для крепления спусков ОКГТ (то есть, все элементы линейной арматуры) должны обеспечивать длительную и надежную работу ОКГТ, подвешиваемого на опорах ВЛ. Конструкция и технические параметры натяжных и поддерживающих зажимов определяются изготовителем ОКГТ в соответствии с его конструктивным исполнением и техническими характеристиками. При необходимости, присоединительные размеры натяжных и поддерживающих зажимов для их соединения с линейной арматурой российского производства согласовываются с изготовителем зажимов.

4.13.4 Конструкция зажимов должна обеспечивать надежное крепление ОКГТ, исключать прокручивание кабеля в зажиме при механических воздействиях до 95 % от МПР и не приводить к повреждению кабеля в процессе эксплуатации.

4.13.5 Коэффициент запаса (отношение минимальной разрушающей нагрузки к нормативной нагрузке, воспринимаемой арматурой) прочности арматуры, входящей в состав зажимов, должен быть не менее 2,5.

4.13.6 Конструкция зажимов должна обеспечивать надежное крепление и сохранение оптических параметров ОКГТ при:

- 1) температуре окружающего воздуха от минус 60 °С до плюс 70 °С;
- 2) воздействию дождя и соляного тумана;
- 3) воздействию ветра, гололеда и сочетания гололеда с ветром.

4.13.7 Конструкция зажимов и арматура, входящая в их состав, должна выдерживать воздействие эоловой вибрации не менее 10^8 циклов.

4.13.8 Конструкция зажимов ОКГТ и арматуры, входящей в их состав, должна соответствовать [17].

4.14 Требования к монтажу и эксплуатации ОКГТ

4.14.1 Монтаж ОКГТ должен осуществляться согласно проекту производства работ и, при необходимости, утвержденной технологической карте, разработанной подрядной организацией в соответствии с инструкцией по монтажу изготовителя ОК и исходя из условий и особенностей прохождения трассы ВОЛС, а также, монтажными тяжениями и стрелами провеса, указаниями по монтажу, формируемыми проектной организацией, и приведенными в рабочей документации на ВОЛС-ВЛ. Перекладка ОКГТ из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы должна быть произведена не позднее 24 часов после протяжки ОКГТ.

4.14.2 Монтаж ОКГТ должен осуществляться строго в соответствии с инструкцией по монтажу ОКГТ, включая инструкции на натяжные и поддерживающие зажимы, муфты и виброгасители, разработанные изготовителями и согласованные с изготовителем ОКГТ. Все инструкции должны быть предоставлены поставщиком ОКГТ.

Монтаж ОКГТ должен осуществляться также согласно проекту производства работ, разрабатываемому подрядной строительной организацией, с применением монтажного оборудования, указанного в инструкции по монтажу ОКГТ.

4.14.3 Подвес ОКГТ должен осуществляться в натяжных, поддерживающих зажимах и иной крепежной арматуре, рекомендованной для его монтажа изготовителем ОКГТ.

4.14.4 Соединение строительных длин ОКГТ должно производиться в рекомендованных изготовителем кабеля муфтах в соответствии с инструкцией по монтажу изготовителя муфт, которая должна быть согласована с изготовителем ОКГТ.

4.14.5 Для уменьшения эоловой вибрации в пролетах должны устанавливаться виброгасители в соответствии с требованиями 4.9 [1].

4.14.6 Механическая прочность заделки ОКГТ в натяжных зажимах, рекомендованных для подвески ОКГТ изготовителем кабеля, должна быть не менее 95 % прочности ОКГТ на разрыв.

4.14.7 Поставщик должен представить инструкции на русском языке по монтажу ОКГТ, арматуры и муфт, а также результаты расчета стрел провеса и тяжений в начальном и установившемся режимах для различных климатических условий в соответствии с требованиями к типу ОКГТ.

4.14.8 Поставщик ОКГТ и муфт должен предоставить рекомендуемый перечень необходимых инструментов для разделки ОКГТ и монтажа муфт.

4.15 Требования к аттестации и сертификации

4.15.1 На ОКГТ совместно с натяжными и поддерживающими зажимами, а также подвесными оптическими муфтами, предназначенными для применения на ВОЛС-ВЛ, поставщики должны предъявить имеющиеся действующие декларации соответствия Минсвязи России и документы, подтверждающие возможность применения оборудования на объектах ПАО «ФСК ЕЭС»: ТУ, Экспертные заключения, Заключения аттестационных комиссий (ЗАК), протоколы по продлению срока действия, внесению изменений и дополнению ЗАК.

4.15.2 Гарантийный срок на поставляемый ОКГТ, соединительные муфты и арматуру должен составлять не менее трех лет с момента ввода ВОЛС-ВЛ в эксплуатацию. При этом поставщик гарантирует:

- 1) комплектность поставляемой продукции;
- 2) надлежащее рабочее состояние поставляемой Продукции в течение всего гарантийного срока службы и соответствие настоящим техническим требованиям;
- 3) произвести замену или ремонт неисправной продукции за свой счет, включая ее доставку туда и обратно на склад покупателя, по итогам признания комиссией данного случая гарантийным.

4.15.3 На больших переходах для крепления ОКГТ на промежуточных опорах допускается применение по согласованию с изготовителем ОКГТ поддерживающего крепления типа ППП, которое представляет собой роликовый подвес с дополнительной защитой ОКГТ в виде движущейся по роликом каретки с вложенном в нее в защитном протекторе ОКГТ. Данный вид поддерживающего крепления уменьшает механические нагрузки на переходные опоры и обеспечивает надежную эксплуатацию ОКГТ, которая подтверждена в течение более 15 лет с ОКГТ различных изготовителей.

5 Методы испытаний

5.1 Общие указания к методам испытаний

5.1.1 Приведенные основные методы испытаний ОКГТ, муфт и зажимов могут быть дополнены методами испытаний изготовителя изделий, исходя из их конструктивных особенностей.

5.1.2 Все испытания и измерения, если в методах нет особых указаний, должны быть проведены в нормальных климатических условиях по ГОСТ 20.57.406.

5.1.3 Испытания ОКГТ должны проводиться совместно с зажимами, рекомендованными для их подвеса на ВЛ. Элементы зажимов, которые могут сместиться при испытаниях должны быть промаркированы.

5.1.4 Испытания муфт должны проводиться со смонтированными в них ОКГТ. Соединения ОВ и все крепления (вводы) ОКГТ в муфте, а также и элементы, которые могут сместиться должны быть промаркированы. Соединения и элементы, подлежащие маркировке, определяются конкретными конструктивными особенностями ОКГТ и муфты.

5.1.5 Все измерительное и испытательное оборудование, используемое при испытаниях, должно иметь действующий поверочный документ государственного образца, подтверждающий прохождение поверки в органах Государственной метрологической службы или других уполномоченных организациях.

5.2 Методы испытаний ОКГТ

5.2.1 Проверка конструкции ОКГТ

5.2.1.1 Проверку на соответствие требованиям ТУ конструкции и внешнего вида проводят измерениями по ГОСТ 12177 и внешним осмотром без применения увеличительных приборов.

5.2.2 Проверка оптических параметров ОКГТ

5.2.2.1 Измерения коэффициента затухания проводят по ГОСТ Р МЭК 793-1 методом С1А или С1С. Средства измерений по методу С1А или С1С должны обеспечивать погрешность измерений не более 0,05 дБ/дБ.

5.2.2.2 Результаты измерения остальных характеристик ОВ допускается принимать по данным поставщика ОВ.

5.2.3 Испытание ОКГТ на стойкость к растяжению

5.2.3.1 Испытание ОКГТ на стойкость к растяжению проводится в соответствии с [10].

5.2.3.2 Испытание должно проводиться в рекомендованных разработчиком ОКГТ натяжных зажимах. Оба конца ОКГТ или один из концов ОКГТ в зависимости от метода контроля оптического затухания должны быть смонтированы в муфте, рекомендованной для монтажа и эксплуатации.

5.2.3.3 Для контроля отсутствия смещения ОКГТ относительно натяжного зажима и смещения ОВ в муфте, до начала испытания должны быть проставлены соответствующие маркеры. Испытания проводятся на образце ОКГТ достаточной длины такой, чтобы участок растяжения составлял

не менее 10 м. Суммарная оптическая длина всех ОВ должна быть не менее 100 м. Допускается соединение измеряемых ОВ шлейфом.

5.2.3.4 Концы ОКГТ фиксируются таким образом, чтобы исключить перемещение ОВ относительно ОКГТ. Это достигается с помощью сворачивания нескольких (двух, трех) кабельных колец (петель) диаметром 1÷1,5 м. В центральной части зоны растяжения устанавливается специальное устройство для измерения удлинения ОКГТ. Положение зажимов на ОКГТ маркируется.

5.2.3.5 При испытаниях должны проводиться измерения удлинения и/или напряжения ОВ основанные на принципе измерения фазового смещения модулированного оптического сигнала или производиться с помощью специальной измерительной аппаратуры, например, Бриллюэновским рефлектометром либо измерителем удлинения ОВ.

5.2.3.6 Испытания ОКГТ проводятся в следующей последовательности:

1) нагрузка увеличивается ступенями до МДРН. Величина ступени составляет не более 5 % от МДРН на ОКГТ, округленная до ближайшего целого значения в кН;

Для каждой ступени записываются значения нижеуказанных величин:

- а) нагрузка и удлинение ОКГТ;
- б) увеличение затухания в ОВ;
- в) удлинение или напряжение ОВ.

По результатам испытания строится график зависимости удлинения ОКГТ от нагрузки и определяется значение начального модуля упругости ОКГТ, которое затем сравнивается с расчетной величиной, предоставляемой изготовителем ОКГТ.

ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- а) увеличение затухания не превышает погрешности измерительного прибора;
- б) отсутствуют видимые повреждения элементов конструкции ОКГТ;
- в) при МДРН не наблюдается проскальзывания ОКГТ в зажимах, разрушения элементов зажимов;
- г) удлинение или напряжение ОВ не превышает заданной изготовителем ОКГТ величины для конкретной марки ОКГТ;
- д) определенное значение начального (монтажного) модуля упругости отличается от расчетного значения, представленного изготовителем ОКГТ, не более чем на 10 %.

2) Испытание на стойкость к длительным нагрузкам и обрыву ОКГТ при растяжении. Испытание на стойкость к обрыву ОКГТ при растяжении:

а) ОКГТ нагружают до СЭН, время выдержки 1 час. Контролируют коэффициент затухания, удлинение или напряжение ОВ, удлинение ОКГТ через 15, 30 и 60 мин, разгрузка;

б) нагрузка поднимается до МДРН, время выдержки 3 часа. Контролируют коэффициент затухания, удлинение или напряжение ОВ, удлинение ОКГТ через 1, 2 и 3 часа, разгрузка;

в) нагрузка поднимается до 85 % от МПР, время выдержки 1 час. Контролируют удлинение ОКГТ через 15, 30 и 60 мин, разгрузка;

г) нагрузка поднимается до МПР;

Скорость наращивания нагрузки должна быть выбрана таким образом, чтобы нагрузка равная 30 % от МПР достигалась не менее чем за минуту, но и не более чем за две минуты.

По результатам испытания на растяжение при нагрузке 85 % от МПР с последующей разгрузкой определяется значение конечного модуля упругости ОКГТ, которое затем сравнивается с расчетной величиной, предоставляемой изготовителем ОКГТ.

ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

а) разрывная прочность составляет не менее расчетной величины, указанной изготовителем ОКГТ и отсутствуют видимые повреждения элементов конструкции ОКГТ при нагрузках до 95 % от МПР;

б) при измерении затухания его изменение не превышает погрешности измерительного прибора;

в) удлинение или напряжение ОВ не превышает заданной изготовителем ОКГТ величины для конкретной марки ОКГТ;

г) определенное значение конечного модуля упругости отличается от расчетного значения, представленного изготовителем ОКГТ, не более чем на 10 %.

Зажим считается выдержавшим испытание, если при нагрузках не менее 95 % от МПР не наблюдалось проскальзывания ОКГТ в зажимах, разрушения элементов зажимов или их расплетания (для спиральных зажимов).

5.2.4 Испытание ОКГТ на стойкость к перекатке на ролике

5.2.4.1 Испытание выполняется в соответствии с [10] по методу А или В. Предпочтение должно отдаваться проведению испытаний по методу А.

5.2.4.2 Испытание проводится в рекомендованных для монтажа и эксплуатации натяжных зажимах. Длина измеряемого ОВ должна быть не

менее 100 м. ОВ ОКГТ должны быть подключены к испытательному прибору. Допускается соединение ОВ шлейфом.

5.2.4.3 Испытания по методу А

5.2.4.3.1 Образец ОКГТ длиной около 20 м монтируется в ролике с углом перегиба 30° с тяжением равным СЭН (в % от МПР) + 5 % от МПР. Диаметр монтажного раскаточного ролика определяется изготовителем ОКГТ.

5.2.4.3.2 Минимум 2-х метровый участок центральной части образца подвергается 70-ти протяжкам через ролик (35 раз в каждом направлении). Перед первой протяжкой должны быть промаркированы начало, конец и середина данного участка образца ОКГТ.

5.2.4.3.3 Микрометрические измерения диаметра ОКГТ проводятся после первой протяжки через ролик, и затем через каждые 10 циклов. Оптические измерения должны проводиться в течение всего испытания.

5.2.4.4 Испытания по методу В

5.2.4.4.1 Образец ОКГТ длиной не менее 50 м монтируется горизонтально таким образом, чтобы было возможно организовать перемещение специальной роликовой машины вдоль 30-ти метровой секции образца.

5.2.4.4.2 Роликовая машина представляет собой три ролика, расположенных последовательно на одной горизонтальной линии. Образец ОКГТ должен проходить сверху центрального ролика и снизу крайних. Диаметр роликов должен быть одинаковым и согласован с изготовителем ОКГТ. Расстояние между крайними роликами также согласовывается с изготовителем ОКГТ. Угол перегиба через центральный ролик должен составлять 30° .

5.2.4.4.3 Тяжение прикладываемое к образцу должно быть не менее СЭН (предпочтительно СЭН (в % от МПР) + 5 % от МПР). Перед началом испытания должны быть проставлены маркеры начала, середины и конца 30-ти метрового участка.

5.2.4.4.4 Всего проводится 20 передвижений роликовой машины (10 раз в каждом направлении). Оптические измерения должны проводиться в течение всего испытания.

5.2.4.5 После завершения испытаний измеряется диаметр ОКГТ в промаркированных точках, удаляются все повивы с тестируемой секции ОКГТ и проводятся измерения диаметра элементов ОКГТ содержащих ОВ (алюминиевая или стальная трубка) в промаркированных точках и на 1/3 расстояния между каждой промаркированной точкой. Измерения диаметров ОКГТ и трубки в каждой контрольной точке выполняются в двух взаимно-перпендикулярных положениях.

5.2.4.6 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) овальность оптического сердечника не превышает допустимую овальность, установленную изготовителем ОКГТ;
- 2) увеличение затухания не превышает 0,1 дБ в процессе испытаний и не превышает погрешности измерительного прибора после завершения испытаний.

5.2.5 Испытание ОКГТ на стойкость к воздействию эоловой вибрации

5.2.5.1 Испытания на стойкость к воздействию эоловой вибрации проводятся в соответствии с [10] в рекомендованных разработчиком ОКГТ натяжных зажимах.

5.2.5.2 Испытания ОКГТ на вибрацию проводятся на специализированном анкерном двухпролетном участке минимальной длиной 30 м. Минимальная длина активного пролета должна составлять не менее 20 м. Рекомендованный изготовителем ОКГТ поддерживающий зажим должен быть расположен, примерно, на одной трети расстояния между натяжными зажимами на такой высоте, чтобы статический угол выхода ОКГТ из зажима (угол схода) относительно горизонта в активном пролете составлял $1,5^\circ \pm 0,5^\circ$.

5.2.5.3 Для исключения проскальзывания ОВ относительно ОКГТ под воздействием растягивающей нагрузки ОКГТ с обоих концов должен быть свернут в петли диаметром $1 \div 1,5$ м до момента нагружения.

5.2.5.4 Тяжение ОКГТ при испытании должно составлять $20 \% \pm 5 \%$ от МПР.

5.2.5.5 Нагрузка на ОКГТ контролируется с помощью динамометра. Для стабилизации тяжения при колебаниях температуры применяются специальные компенсирующие устройства в виде противовеса с грузом. Положение зажимов на ОКГТ маркируется.

5.2.5.6 Все измерения и контроль амплитуды вибрации производятся в пучности свободной полуволны колебаний, но только не в полуволне, ближайшей к поддерживающему зажиму. Параметры стоячей волны вблизи зажима (длина, амплитуда) отличаются от параметров свободной волны из-за влияния спирали зажима на изгибную жесткость провода. Возбудитель вибрации устанавливается в такой точке пролета, чтобы между ним и поддерживающим зажимом укладывалось минимум шесть полуволн вибрации.

5.2.5.7 Длина участка, подвергающегося воздействию вибрационных нагрузок (то есть, между натяжными зажимами), должна выбираться так, чтобы суммарная длина оптического волокна составляла не менее 100 м.

5.2.5.8 Начальные оптические измерения должны быть сделаны после предварительного натяжения ОКГТ до $1,3 \div 2,2$ кН, до установления

окончательного натяжения. Эти начальные измерения затухания принимаются за контрольный (справочный) уровень. Все изменения затухания, которые имеют место во время теста, определяются относительно этого уровня.

5.2.5.9 В процессе испытаний ОКГТ должен быть подвергнут минимум 100 млн. циклов вибрации. Частота вибрации должна соответствовать ближайшей резонансной частоте, возбуждаемой скоростью ветра 4,5 м/с (то есть, частота = $830/\text{диаметр ОКГТ в мм} \pm 10$). Двойная амплитуда в пучности свободной поперечной вибрации должна соответствовать уровню, равному одной трети диаметра ОКГТ $\pm 10\%$.

5.2.5.10 Измерения затухания проводят через каждые 10 млн. циклов вибрации. Финальные оптические измерения должны быть сделаны, по меньшей мере, через 2 часа после полного завершения испытаний.

5.2.5.11 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) увеличение коэффициента затухания не превышает 0,05 дБ/км;
- 2) овальность оптического сердечника не превышает допустимой овальности, установленной изготовителем ОКГТ;
- 3) отсутствуют повреждения каких-либо компонентов ОКГТ;
- 4) механическая прочность после испытаний может определяться как на ОКГТ в целом, так и по суммарной прочности всех его элементов. Прочность ОКГТ в целом, на участках, демонтированных из поддерживающих зажимов, должна составлять не менее 95 % от установленной производителем разрывной прочности ОКГТ. Суммарная прочность всех элементов ОКГТ должна оставаться на уровне, измеренном до испытаний.

5.2.5.12 В ходе испытания проверяется способность зажимов удерживать ОКГТ без его проскальзывания, отсутствие разрушения элементов зажимов или их расплетания (для спиральных зажимов). Зажим считается выдержавшим испытание, если отсутствуют все перечисленные явления.

5.2.6 Испытание ОКГТ на вытяжку

Испытания на вытяжку должны проводиться для ОКГТ, имеющих в своей конструкции элементы из алюминиевого сплава, в соответствии с методикой и требованиями, описанными в [18].

5.2.6.1 Подготовка к испытаниям

5.2.6.1.1 Образец ОКГТ для испытаний должен быть взят от длины кабеля на барабане на расстоянии не менее 20 м от конца. Перед вырезанием образца ОКГТ на его концы должны быть наложены бандажи, чтобы предотвратить повреждение его конструкции (расплетания армирующих элементов), в том числе, и относительного смещения повивов (слоев армирующих элементов).

5.2.6.1.2 Минимальная длина образца между зажимами определяется формулой:

$$L=100\cdot d+2\cdot a, \quad (5.1)$$

где $100\cdot d$ – минимальная длина испытуемого образца;

d – диаметр ОКГТ;

a – расстояние между местом закрепления ОКГТ в зажиме до начала испытуемого участка ОКГТ.

5.2.6.1.3 После вырезания образца ОКГТ от строительной длины, он должен находиться в максимально выпрямленном состоянии.

5.2.6.1.4 Заделка концов ОКГТ в зажимах не должна допускать смещения повивов (слоев армирующих элементов). Допускается проводить испытания на роликах, диаметр которых должен быть не менее 40 диаметров кабеля.

5.2.6.1.5 Испытание должно проводиться при температуре образца равной $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. В ходе эксперимента измерение температуры образца должно осуществляться в его середине. В случае изменения температуры в процессе испытаний значения удлинения ОКГТ должны быть скорректированы с учетом изменения температуры.

5.2.6.1.6 Точность измерения прикладываемого к образцу тяжения должна составлять не менее значения 1 % от МДРН или 120 Н.

5.2.6.1.7 Для замеров вытяжки образца должны использоваться приборы и устройства, имеющие разрешающую способность до $5\cdot 10^{-6}$ м.

5.2.6.2 Проведение испытаний

5.2.6.2.1 Подготовленный образец должен быть помещен в установку для испытаний на вытяжку. Приложение нагрузки должно быть плавным в течение 5 мин ± 10 с. В случае приложения нагрузки ступенчато, каждая ступень не должна превышать 20 % от испытательной нагрузки. После достижения испытательной нагрузки она сохраняется постоянной в течение всего времени эксперимента.

5.2.6.2.2 В ходе испытаний ОКГТ на вытяжку, к ним прикладывается усилие СЭН (в % от МПР) + 5 % от МПР. Величина СЭН указывается изготовителем ОКГТ. Для построения кривой «нагрузка-удлинение» после вытяжки дополнительно должны быть проведены 3-4 цикла испытаний на вытяжку при различных растягивающих нагрузках, выбранных с равномерным шагом в диапазоне 20-50 % от МДРН, например – 20 %, 30 %, 40 %, 50 % от МДРН.

5.2.6.2.3 Результаты измерения температуры и вытяжки ОКГТ должны фиксироваться после окончания периода приложения испытательной нагрузки (через 5 мин) на логарифмической временной шкале. Первая запись результатов должна соответствовать нулевым (начальным) значениям времени

эксперимента и вытяжке образца. Второе значение должно быть записано не позднее чем через 0,02 ч после первого. Суммарная длительность испытаний должна составлять не менее 1000 ч, что будет в достаточной мере отображать длительную вытяжку ОКГТ.

5.2.6.2.4 Рекомендуемое время фиксации удлинения ОКГТ рассчитывается в соответствии с:

$$t = 10^n, \quad (5.2)$$

где t – время в часах от начала эксперимента;

n – числовой ряд с постоянным приращением, таким что:

$$n_{m+1} = n_m + \Delta, \quad (5.3)$$

где Δ – постоянная величина, т.о. при проведении 10-ти последовательных фиксаций удлинения время увеличится в 10 раз (к примеру от 10 ч до 100 ч), а время проведения каждой фиксации будет соответствовать $10^{1+0,1}, 10^{1+0,2}, \dots, 10^2$ ч (12,6 ч; 15,8 ч; ... 100 ч).

Такая форма фиксации результатов измерений с учетом использования логарифмической шкалы является наиболее удобной.

5.2.6.3 Обработка результатов

5.2.6.3.1 Результатом испытаний является характеристика \log значения вытяжки от \log значения времени.

5.2.6.3.2 Характеристика вытяжки полученная в ходе испытаний в течение 1000 ч может и должна быть приведена к вытяжке ОКГТ в течение 25 лет.

Выражение:

$$\varepsilon_c = a \cdot t^b \quad (5.4)$$

может быть преобразовано в:

$$\log \varepsilon_c = \log a + b \cdot \log t, \quad (5.5)$$

где ε_c – это удлинение в % вызванное вытяжкой;

t – время в часах от начала эксперимента;

a, b – безразмерные коэффициенты.

Характеристика зависимости вытяжки от времени для ОКГТ, построенная на логарифмической шкале будет стремиться к прямой линии при больших значениях времени эксперимента. Значение коэффициента a – это пересечение с осью вытяжки при времени $t=1$ ч. Значение коэффициента b – это наклон прямой линии. К результатам испытаний в интервале от 1 до 1000 ч должен быть применен метод линейной регрессии. Значения вытяжки, полученные в интервале до 1 ч, имеют справочный характер.

5.2.6.3.3 Результатом обработки испытаний являются:

- 1) значения коэффициентов a , b ;
- 2) номинальная температура образца во время испытаний и максимальные её отклонения;
- 3) результат пересчета вытяжки на время 25 лет.

5.2.6.3.4 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) расчетное значение вытяжки ОКГТ за период 25 лет, полученное по выражению (5.4), не превышает максимально допустимого значения, указываемого изготовителем ОКГТ. Для ОКГТ, чья вытяжка определена изготовителем с использованием кривой «нагрузка-удлинение», полученной для конструктивного аналога испытываемого ОКГТ (см. 4.3.4), допустимое расхождение составляет не более 10 %.

5.2.7 Испытание ОКГТ на стойкость к галопированию (пляске)

5.2.7.1 Испытания ОКГТ на стойкость к галопированию проводят в соответствии с [19], в рекомендованных разработчиком ОКГТ натяжных зажимах. Оба конца ОКГТ или один из концов ОКГТ в зависимости от метода контроля оптического затухания должны быть смонтированы в муфте, рекомендованной для монтажа и эксплуатации.

5.2.7.2 Испытания ОКГТ на галопирование проводятся на том же испытательном участке, что и испытания на воздействие эоловой вибрации.

5.2.7.3 Длина пролета между натяжными зажимами должна быть не меньше 35 м. Минимальная длина активного пролета должна составлять не менее 20 м. Для исключения проскальзывания ОВ относительно ОКГТ под воздействием растягивающей нагрузки ОКГТ с обоих концов должен быть свернут в петли диаметром $1 \div 1,5$ м до момента нагружения.

5.2.7.4 Тяжение ОКГТ должно составлять не менее 2 % от МПР.

5.2.7.5 Примерно на равных расстояниях от натяжных зажимов должен быть смонтирован поддерживающий зажим. Высота крепления поддерживающего зажима должна быть такой, чтобы статический угол прогиба ОКГТ относительно горизонтали не превышал 1° .

5.2.7.6 Должны быть предусмотрены средства для измерения и мониторинга амплитуды одной полуволны колебаний.

5.2.7.7 Соответствующие ограничительные устройства или арматура должны поддерживать горизонтальную составляющую галопирующего движения до 300 мм при максимальной амплитуде колебаний.

5.2.7.8 Длина измеряемого ОВ должна быть не менее 100 м. Оптические волокна ОКГТ должны быть подключены к испытательному прибору. Допускается соединение ОВ шлейфом.

5.2.7.9 Прежде чем к ОКГТ будет приложено окончательное тяжение, должно быть сделано начальное измерение затухания сигнала в ОВ при значении тяжения, лежащем в диапазоне 1335-2224 Н.

5.2.7.10 ОКГТ должен быть подвергнут минимум 100 000 циклам галопирования. Частота колебаний должна соответствовать резонансной частоте галопирования кабеля с одной полуволны. Двойная амплитуда одной полуволны колебаний в активном пролете должна поддерживаться на уровне $1/25$ длины активного пролета. Положение зажимов на ОКГТ маркируется.

5.2.7.11 Амплитуда колебаний и оптические параметры должны контролироваться приблизительно через каждые 2000 циклов колебаний. Измерение оптического затухания должно начаться не меньше чем за один час до начала испытания и закончиться не менее чем через 2 часа после окончания испытания.

5.2.7.12 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) увеличение затухания не превышает погрешности измерительного прибора;
- 2) овальность оптического сердечника не превышает допустимой овальности, установленной изготовителем ОКГТ;
- 3) отсутствуют повреждения каких-либо компонентов ОКГТ;
- 4) механическая прочность после испытаний может определяться как на ОКГТ в целом, так и по суммарной прочности всех его элементов. Прочность ОКГТ в целом, на участках, демонтированных из поддерживающих зажимов, должна составлять не менее 95 % от установленной производителем разрывной прочности ОКГТ. Суммарная прочность всех элементов ОКГТ должна оставаться на уровне, измеренном до испытаний.

5.2.8 Испытание ОКГТ на стойкость к воздействию тока КЗ

5.2.8.1 Испытания проводят в соответствии с [10] в рекомендованных разработчиком ОКГТ натяжных зажимах.

5.2.8.2 Определение стойкости ОКГТ к воздействию токов короткого замыкания включает:

- 1) определение максимальной температуры нагрева ОКГТ (металлических проводников, оптического сердечника и/или оптического модуля, ОВ) при воздействии импульса тока короткого замыкания заданной энергии;
- 2) измерение затухания ОВ;
- 3) оценку физического состояния элементов ОКГТ.

5.2.8.3 Испытания проводят на образце ОКГТ достаточной длины, чтобы область воздействия тока короткого замыкания составляла не менее

10 м, а общая оптическая длина - не менее 100 м. ОКГТ подвешивается в соответствующих натяжных зажимах с тяжением не менее $15 \% \pm 5 \%$ от МПР. При испытании зажимов необходимо обеспечить прохождение тока через зажимы.

5.2.8.4 Для определения температуры ОКГТ используются быстродействующие термодпары.

5.2.8.5 Измерения ведутся непрерывно, начинаясь за 1 час до начала и 2 часа после окончания испытаний. Поскольку изменения затухания могут иметь место очень короткий промежуток времени (около 0,1 с), быстродействие применяемого оборудования должно быть достаточным для регистрации этих изменений. Измерение затухания должно проводиться непрерывно в течение не менее 2-х минут до и, по крайней мере, 5-ти минут после каждого импульса тока.

5.2.8.6 Как дополнение, измерения, выполненные с помощью оптического рефлектометра на тестируемой длине волны до и после теста, позволят определить места возможной локализации прироста затухания.

5.2.8.7 В процессе испытаний ОКГТ подвергают десяти циклам воздействия импульсов тока короткого замыкания заданной энергии ($\text{kA}^2 \cdot \text{с}$).

5.2.8.8 После завершения испытаний образец ОКГТ демонтируют и проводят испытание на растяжение в следующей последовательности:

- 1) нагрузка поднимается до 75 % от МПР, время выдержки 3 часа;
- 2) нагрузка поднимается до МПР.

5.2.8.9 ОКГТ считают выдержавшим испытания, если:

- 1) температура нагрева проводников ОКГТ не превышает значений, установленных изготовителем ОКГТ;
- 2) прирост оптического затухания после воздействия не превышает 0,05 дБ/км;
- 3) при испытаниях на растяжение не наблюдается обрывов элементов ОКГТ при нагрузке не менее 75 % от МПР.

5.2.8.10 В ходе испытания проверяется способность зажимов удерживать ОКГТ без его проскальзывания и без расплетания зажимов (для спиральных зажимов) при нагрузках не менее 95 % от МПР, отсутствие нарушений покрытия зажимов. Зажим считается выдержавшим испытания, если отсутствуют все перечисленные явления.

5.2.9 Испытание ОКГТ на стойкость к грозовому разряду

5.2.9.1 Испытания проводят в соответствии с [10], [20].

5.2.9.2 Образец ОКГТ длиной не менее 15 м, натягивается с помощью натяжных зажимов, рекомендованных разработчиком ОКГТ, (расстояние

между зажимами не менее 10 м) до СЭН. Нагрузка контролируется в процессе всего испытания. На расстоянии не менее 50 мм от ОКГТ в центре пролета (на равном расстоянии между зажимами) располагается высоковольтный электрод. Обратные заземленные токопроводы испытательной установки крепятся к ОКГТ симметрично относительно места ориентирования высоковольтного электрода на расстоянии 0,5 или 2,5 м от него. При испытании зажимов необходимо обеспечить прохождение тока через зажимы.

Рекомендуется проводить испытания не менее чем на 3-х образцах ОКГТ, предпочтительнее на 5-ти. Каждый образец ОКГТ подвергается воздействию одного импульса тока молнии.

5.2.9.3 В высоковольтном электроде с помощью генераторов тока молнии формируют импульсы тока молнии и постоянную составляющую. Параметры импульсов должны соответствовать среднестатистическим параметрам тока главного разряда: максимальное значение - от 50 до 100 кА, длительность импульса – не более 500 мкс.

5.2.9.4 Параметры постоянной составляющей тока молнии выбираются согласно Таблицы 5.2.1.

Таблица 5.2.1. Параметры постоянной составляющей тока молнии

	Класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ток, А	200	200	200	200	200
Длительность, с	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75
Переносимый заряд, Кл	50	75	100	125	150

5.2.9.5 Допускается проводить испытания с другими величинами переносимого заряда отличными от приведенных в Таблице 5.2.1 по согласованию между Изготовителем и Заказчиком, регулируя длительность протекания постоянной составляющей, которая должна быть рассчитана на соответствующую величину переносимого заряда.

5.2.9.6 Натяжение ОКГТ должно контролироваться после каждого разряда и оставаться неизменным.

5.2.9.7 При проведении испытания необходимо все ОВ ОКГТ подключить к измерительным приборам. Допускается соединение всех ОВ в шлейф. В процессе испытания контролируют затухания в следующих точках:

- 1) до начала воздействия;
- 2) после окончания каждого воздействия.

5.2.9.8 Проверка механической прочности проводится в следующей последовательности:

- 1) нагрузка поднимается до 75 % от разрывной, время выдержки 3 часа.

5.2.9.9 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) прирост оптического затухания не должен превышать 0,05 дБ/км;
- 2) оборванная проволока не должна расплетаться (выходить из повива) больше чем на 1-2 шага скрутки;
- 3) при испытаниях на растяжение не должно наблюдаться дополнительных обрывов элементов ОКГТ при нагрузке не менее 75 % от разрывной нагрузки.

5.2.9.10 В ходе испытания проверяется способность зажимов удерживать ОКГТ без его проскальзывания и без расплетания зажимов (для спиральных зажимов) при нагрузках не менее 95 % от МПР, отсутствие нарушений покрытия зажимов. Зажим считается выдержавшим испытания, если отсутствуют все перечисленные явления.

5.2.10 Испытания на стойкость ОКГТ к циклическому воздействию температур

5.2.10.1 Испытание на стойкость к циклическому воздействию температур проводят в соответствии с [21]. Испытания должны проводиться со смонтированными муфтами.

5.2.10.2 Длина образца ОКГТ должна быть не менее 500 м.

5.2.10.3 ОКГТ, свободно намотанный на металлический барабан или смотанный в бухту, и муфту помещают в климатическую камеру при нормальных климатических условиях.

5.2.10.4 Время предварительной выдержки при нормальных климатических условиях - не менее 24 ч.

5.2.10.5 ОВ ОКГТ должны быть подключены к измерительному прибору. Допускается соединение ОВ шлейфом.

5.2.10.6 ОКГТ и муфту подвергают воздействию трех следующих друг за другом циклов. Каждый цикл состоит из следующих этапов:

- 1) температура в камере понижается до температуры минус 60 °С и ОКГТ выдерживается при данной температуре в течение времени необходимого для получения установившегося значения затухания не менее 24-х часов;
- 2) температура в камере повышается до +70 °С и ОКГТ выдерживается при данной температуре в течение времени необходимого для получения установившегося значения затухания не менее 24-х часов;
- 3) температура в камере понижается до температуры окружающей среды.

5.2.10.7 В процессе испытания контролируют затухания в следующих точках:

- 1) до начала воздействия – по окончании предварительной выдержки;
- 2) во время воздействия – в начале и в конце температурного режима в максимальных точках каждого цикла;
- 3) после воздействия - по окончании выдержки в нормальных климатических условиях в течение 24 часов.

5.2.10.8 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если:

- 1) увеличение затухания в третьем цикле и после испытаний не превышает 0,05 дБ/км.
- 2) отсутствует смещение ОВ или элементов ОКГТ внутри муфты.

5.2.11 Испытание ОКГТ на стойкость к продольному проникновению воды

5.2.11.1 Испытания на стойкость к продольному проникновению воды должны проводиться в соответствии с [21], метод F5B.

5.2.11.2 Испытания проводят на образце ОКГТ длиной не более 3 м. ОКГТ располагают горизонтально и столб воды высотой не менее 1 м должен давить на оптический сердечник или модуль ОКГТ в течение 24 ч при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2.11.3 Для облегчения обнаружения проникновения воды может быть применен водорастворимый флуоресцентный краситель или иное подходящее красящее вещество, не оказывающее воздействие ни на один из компонентов ОКГТ.

5.2.11.4 ОКГТ считается выдержавшим испытание, если отсутствует проникновение воды через оптический сердечник или оптический модуль кабеля. Если используется флуоресцентный краситель, то для осмотра ОКГТ может быть применен источник ультрафиолетового света.

5.3 Методы испытаний подвесных оптических муфт

5.3.1 Испытание на герметичность

5.3.1.1 Испытание на герметичность проводят манометрическим способом на муфте в сборе с комплектами для ввода, смонтированной с отрезками ОКГТ: путем создания в муфте избыточного газового давления $0,75\text{ кгс/см}^2$ (75 кПа) и погружения муфты в воду (уровень воды над корпусом муфты 10-15 мм).

5.3.1.2 Для проведения испытаний муфта должна иметь отдельный дополнительный технологический ввод со штуцером для подключения датчика давления и/или датчика влажности.

5.3.1.3 Муфта считается выдержавшей испытания, если величина давления по показаниям манометра не изменилась, отсутствует выделение пузырьков воздуха из муфты при погружении ее в воду.

5.3.2 Испытание на стойкость к динамической нагрузке

5.3.2.1 Испытания на стойкость к динамической нагрузке под воздействием собственного веса проводят путем свободного падения смонтированной муфты с высоты 10 м и повисании на ОКГТ без удара о землю. Количество падений 3.

5.3.2.2 Для проведения испытаний необходимо все ОВ ОКГТ подключить к измерительным приборам. Допускается соединение всех ОВ в шлейф.

5.3.2.3 В процессе испытания контролируют затухания в следующие моменты времени:

- 1) до начала воздействия;
- 2) после каждого воздействия.

5.3.2.4 Муфта считается выдержавшей испытания, если после испытаний отсутствуют:

- 1) разгерметизация муфты (п. 5.3.1);
- 2) нет смещения и ослабления резьбовых соединений;
- 3) смещение элементов ОКГТ и муфты;
- 4) обрыв ОВ и увеличение потерь в ОВ более погрешности измерительного прибора.

5.3.3 Испытание на стойкость к воздействию вибрационных нагрузок

Испытание муфты на стойкость к воздействию вибрационных нагрузок проводится в два этапа.

5.3.3.1 Этап первый. Испытание муфты по определению резонансных частот. Испытание по определению резонансных частот производят на макете муфты путем плавного изменения частоты при поддержании постоянной амплитуды ускорения величиной 4g в диапазоне частот от 5 до 50 Гц. Муфта жестко крепится на столе вибростенда. Датчик устанавливается на основание муфты.

5.3.3.2 Этап второй. Испытание муфты на стойкость к вибрационным нагрузкам. Испытание проводят на вибростенде на резонансных частотах,

определенных на первом этапе испытаний в двух плоскостях. Время испытания в каждом положении 1 час. При отсутствии резонансных частот испытания проводят на частоте 15 Гц. Для проведения испытаний необходимо все ОВ ОКГТ подключить к измерительным приборам. Допускается соединение всех ОВ в шлейф. Оптические измерения должны вестись непрерывно в течение всего испытания.

5.3.3.3 Муфта считается выдержавшей испытание, если:

- 1) нет смещения и ослабления резьбовых соединений;
- 2) смещения элементов муфты и ОКГТ;
- 3) нет обрывов ОВ и увеличения величины затухания не более чем на 0,05 дБ.
- 4) нет разгерметизации муфты (п. 5.3.1).

5.3.4 Испытание на стойкость к поражению дробью

5.3.4.1 Испытания на стойкость к поражению дробью проводятся на муфтах или на муфтах в защитном металлическом кожухе, из охотничьего ружья с расстояния 25 м - шесть патронов, заряженные охотничьей твердой штампованной свинцовой дробью № 3 (диаметр дробинок 3,5 мм).

5.3.4.2 Муфта считается выдержавшей испытание, если не произошло ее разгерметизации (п. 5.3.1).

5.3.5 Испытание на стойкость заделки выходящих из муфты концов ОКГТ к кручению и на изгиб

5.3.5.1 Испытание на стойкость заделки выходящих концов ОКГТ к кручению проводят на муфте, находящейся под избыточным давлением 0,5 атм. (0,5 кгс/см²). Испытательный цикл состоит из кручения ОКГТ на угол 180° на длине 2 м сначала в одну, потом в другую сторону с 5-минутной выдержкой и возвращением в исходное положение. Муфта подвергается 5-ти таким циклам.

5.3.5.2 Испытание на стойкость заделки выходящих концов ОКГТ на изгиб проводят на муфте, находящейся под избыточным давлением 0,5 атм. (0,5 кгс/см²). Муфту закрепляют на столе в горизонтальном положении. К концу ОКГТ, выходящему из муфты, прикладывают усилие и отклоняют на угол 90° в обе стороны от горизонтального положения в одной плоскости. Испытательный цикл состоит из отклонения конца ОКГТ из горизонтального положения в верхнее и нижнее положение на угол 90° с 5-ти минутной выдержкой в крайних положениях и возвращением в горизонтальное положение. Муфта подвергается 10-ти циклам воздействия.

5.3.5.3 Для контроля отсутствия смещения ОВ в муфте, до начала испытания должны быть проставлены соответствующие маркеры.

5.3.5.4 При проведении испытаний необходимо все ОВ ОКГТ подключить к измерительным приборам. Допускается соединение всех ОВ в шлейф.

5.3.5.5 В процессе испытания контролируют затухания в следующие моменты времени:

- 1) до начала воздействия каждого испытания;
- 2) после окончания каждого испытания.

5.3.5.6 Муфта считается выдержавшей испытания, если после окончания каждого испытания не произошло:

- 1) разгерметизации муфты (п. 5.3.1);
- 2) нет смещения и ослабления резьбовых соединений;
- 3) смещения элементов ОКГТ;
- 4) смещения ОВ внутри муфты;
- 5) увеличение затухания в ОВ более погрешности измерительного прибора.

5.3.6 Испытание на прочность заделки ОКГТ в муфте

5.3.6.1 Для контроля отсутствия смещения ОКГТ относительно муфты и смещения ОВ в муфте, до начала испытания должны быть проставлены соответствующие маркеры.

5.3.6.2 Муфта испытывается на горизонтальной площадке, тяжение прикладывается только к одному кабелю и плавно увеличивается в процессе испытания, пока не достигнет 115 кг или пока не будут обнаружены сдвиги промаркированных частей или повреждения деталей самой муфты.

5.3.6.3 Далее нагрузку плавно увеличивают до 500 кг или пока не будут обнаружены сдвиги промаркированных частей или повреждения деталей самой муфты. Полученные значения являются информационными.

5.3.6.4 Муфта считается выдержавшей испытание, если не произошло ее разгерметизации (п. 5.3.1) и сдвига маркированных частей при нагрузке 115 кг.

5.3.7 Испытания на стойкость муфты к воздействию дождя

5.3.7.1 В муфте два ввода используются для ввода кабеля, третий ввод - технологический, для подвода датчика влажности. Муфта помещается в климатическую камеру и подвергается следующим воздействиям:

- 1) температура в камере повышается до + 70 °С и выдерживается 3 часа;

2) температура в камере понижается до +5 °С и выдерживается 3 часа.

5.3.7.2 Цикл повторяется 3 раза, в процессе цикла муфта поливается водой с интенсивностью 20 мл/мин. В процессе испытаний контролируют влажность внутри муфты.

5.3.7.3 Затем температуру в камере понижают до минус 60 °С и выдерживают в течение 3 часов.

5.3.7.4 По окончании испытания проверяется наличие воды внутри муфты.

5.3.7.5 Муфта считается выдержавшей испытание, если:

- 1) показания датчика не менялись на протяжении испытаний;
- 2) в муфте не обнаружено воды.

5.3.8 Испытание на стойкость муфты к воздействию соляного тумана

5.3.8.1 Испытание муфты на стойкость к воздействию соляного тумана должно проводиться по ГОСТ 20.57.406 (метод 215-1). Время испытаний – 3-е суток. Муфта считается выдержавшей испытание, если отсутствует ее разгерметизация (п. 5.3.1).

Библиография

1. СТО 56947007-33.180.10.172-2014 Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на ВЛ электропередачи напряжением 35 кВ и выше, ОАО «ФСК ЕЭС».
2. Рекомендации ITU-T G.650 Определения и методы испытаний одномодового волокна. (Rec. ITU-T G.650 (03/1993) Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibers. World Telecommunication Standardization Conference (WTSC, Helsinki, March 1-12, 1993)).
3. Рекомендации ITU-T G.652 Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля. (Rec. ITU-T G.652 (11/2009) Characteristics of a single-mode optical fibers and cable. World Telecommunication Standardization Assembly).
4. Рекомендации ITU-T G.653 Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля со сдвигом дисперсии. (Rec. ITU-T G.653 (07/2010) Characteristics of a dispersion-shifted, single-mode optical fiber and cable. World Telecommunication Standardization Assembly).
5. Рекомендации ITU-T G.654 Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля со смещенной дисперсией и отсечкой. (Rec. ITU-T G.654 (10/2012) Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fiber and cable. World Telecommunication Standardization Assembly).
6. Рекомендации ITU-T G.655 Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля с ненулевым дисперсионным смещением. (Rec. ITU-T G.655 (11/2009) Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fiber and cable. World Telecommunication Standardization Assembly).
7. МЭК 60793-1-32 (2010) Волокна оптические. Часть 1-32. Методы измерения и методики испытаний. Снимаемость покрытия (IEC 60793-1-32 (2010) Optical fibres - Part 1-32: Measurement methods and test procedures - Coating strippability).
8. МЭК 61232 (1993) Проволока стальная, плакированная алюминием, электротехнического назначения (IEC 61232 (1993) Aluminium-clad steel wires for electrical purposes).
9. МЭК 60104 (1987) Провода из сплава типа алюминий-магний-кремний для воздушных линий электропередачи (IEC 60104 (1987) Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors).
10. МЭК 60794-4 (2003) Кабели волоконно-оптические. Часть 4. Групповые технические условия. Воздушные волоконно-оптические кабели, прокладываемые вдоль линий электропередачи (IEC 60794-4 (2003) Optical fibre cables - Part 4: Sectional specification - Aerial optical cables along electrical power lines).

11. СТО 56947007-33.180.10.173-2014 Методические указания по расчету термического воздействия токов короткого замыкания и термической устойчивости грозозащитных тросов и оптических кабелей, встроенных в грозозащитный трос, подвешиваемых на воздушных линиях электропередачи, ОАО «ФСК ЕЭС».

12. IEC/TR 61597 (1995) Провода электрические для воздушных линий электропередачи. Методы расчета для скрученных голых проводов (IEC/TR 61597 (1995) Overhead electrical conductors - Calculation methods for stranded bare conductors; Technical Report Type 3).

13. IEEE std 738-2012 Стандарт по расчету взаимозависимости тока и температуры для скрученных голых воздушных проводов. (IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature of Bare Overhead Conductors. Published 23 December 2013).

14. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – 7 издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

15. МЭК 61089 (1991) Провода повивной скрутки из проволоки круглого сечения для воздушных линий электропередачи (IEC 61089 (1991) Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors).

16. ОСТ 45.02-97 Отраслевая система сертификации. Знак соответствия. Порядок маркирования технических средств электросвязи.

17. Руководство по оптическим зажимам для оптических кабелей на линиях электропередачи. Часть 2А – Испытания, ЭЛЕКТРА, № 188, февраль, 2000, СИГРЭ («Guide to fittings for optical cables on transmission lines. Part 2A – Testing procedures. Optical ground wire fittings and optical phase conductor fittings». – ELECTRA No. 188, February 2000, CIGRE).

18. МЭК 61395 (1998) Провода электрические для воздушных линий электропередачи. Методики испытания скрученных проводов на ползучесть. (IEC 61395 (1998) Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors).

19. IEEE 1138-2009 Испытания и характеристики оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос (ОКГТ), предназначенного для применения на линиях электропередач. (IEEE Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines. Published 30 November 2009).

20. МЭК 60794-1-24 (2014) Кабели волоконно-оптические. Часть 1-24. Общие технические условия. Основные методики испытаний оптических кабелей. Методы электрических испытаний (IEC 60794-1-24 (2014) Optical fibre cables - Part 1-24: Generic specification - Basic optical cable test procedures - Electrical test methods).

21. МЭК 60794-1-22 (2012) Кабели волоконно-оптические. Часть 1-22. Общие технические условия. Основные методики испытания оптических кабелей. Методы испытания на воздействие факторов окружающей среды (IEC 60794-1-22 (2012) Optical fibre cables - Part 1-22: Generic specification - Basic optical cable test procedures - Environmental tests methods).