

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
33.180.10.172-2014**

---

**Технологическая связь.**

**Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на  
воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше**

Стандарт организации

Дата введения: 21.05.2014

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 1.5-2004.

## **Сведения о стандарте организации**

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО».
2. ВНЕСЁН: Департаментом развития систем связи,  
Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:  
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.05.2014 № 237.
4. СОГЛАСОВАН: с ОАО «СО ЕЭС» письмом  
от 14.02.2014 № Л1-П-19-1924.
5. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

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](mailto:vaga-na@fsk-ees.ru).

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

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Область применения</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Нормативные ссылки</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Обозначения и сокращения</b> .....	<b>11</b>
<b>4 Общие требования к проектированию</b> .....	<b>18</b>
4.1 Общие положения .....	18
4.2 Типы оптических кабелей для организации ВОЛС-ВЛ .....	18
4.3 Трасса ВОЛС-ВЛ.....	20
4.4 Требования по учету климатических характеристик в районах прохождения трассы ВОЛС-ВЛ .....	21
4.5 Требования к методу механического расчета.....	24
4.6 Требования к расчету опор, фундаментов или закреплений в грунте.....	27
4.7 Требования к выполнению подвеса ОК в местах пересечений проектируемой ВОЛС .....	30
4.7.1 Пересечение проектируемой ВОЛС с другими ВЛ.....	30
4.7.2 Пересечение проектируемой ВОЛС с железными дорогами.....	34
4.7.3 Пересечение проектируемой ВОЛС с автомобильными дорогами .....	35
4.7.4 Пересечение проектируемой ВОЛС с судоходными участками рек.....	35
4.7.5 Пересечение проектируемой ВОЛС с иными сооружениями .....	35
4.8 Требования к выполнению подвеса ОК на ВЛ с существующими ОК.....	36
4.9 Защита ОК от вибрации .....	37
4.9.1 Общие положения .....	37
4.9.2 Защита от вибрации ОКГТ и ОКФП .....	39
4.9.3 Защита от вибрации ОКНН.....	39
4.9.4 Защита от вибрации ОКСН.....	39
4.10 Требования к подвесу ОК на больших переходах.....	42
4.11 Требования к линейной арматуре для подвеса ОКСН и ОКГТ на опорах ВЛ .....	44
4.12 Требования к подвесным оптическим муфтам при подвесе ОК .....	48
4.13 Требования к проектированию подвеса ОКГТ .....	50
4.13.1 Общие положения .....	50

4.13.2 Требования к проведению расчета термического воздействия тока КЗ на ОКГТ .....	52
4.13.3 Требования к проведению механического расчета ОКГТ .....	55
4.13.4 Проектирование подвеса ОКГТ на опорах ВЛ при наличии и отсутствии плавки гололеда .....	56
4.13.5 Требования к креплению ОКГТ на опорах ВЛ при отсутствии плавки гололеда.....	61
4.13.6 Требования к креплению ОКГТ на опорах ВЛ с плавкой гололеда .....	63
4.13.7 Технические требования на поставку ОКГТ .....	65
4.13.8 Требования к расчёту строительных длин ОКГТ .....	68
4.14 Требования к проектированию подвеса ОКФП.....	69
4.14.1 Общие положения .....	69
4.14.2 Требования к арматуре и муфтам при подвесе ОКФП .....	71
4.14.3 Технические требования на поставку ОКФП .....	76
4.14.4 Требования к расчету строительных длин ОКФП.....	77
4.15 Требования к проектированию подвеса ОКСН .....	77
4.15.1 Общие положения .....	77
4.15.2 Требования к проведению расчета потенциала электрического поля при выборе ОКСН .....	79
4.15.3 Требования к проведению механического расчета ОКСН .....	81
4.15.4 Требования к проведению расчетов на сближение при воздействии климатических условий и при возникновении пляски .....	82
4.15.5 Выбор места подвеса и требования к креплению ОКСН на опорах.....	83
4.15.6 Технические требования на поставку ОКСН.....	86
4.15.7 Требования к расчёту строительных длин ОКСН .....	88
4.16 Требования к проектированию подвеса ОКНН .....	88
4.16.1 Общие положения .....	88
4.16.2 Требования к проведению механического расчета ОКНН .....	90
4.16.3 Требования к проведению расчета воздействия навивного оборудования.....	91
4.16.4 Общие требования к крепежной и соединительной арматуре ОКНН..	92
4.16.5 Технические требования на поставку ОКНН .....	96
4.16.6 Требования к расчёту строительных длин ОКНН, уложенных на монтажные катушки или кассеты .....	98

4.17 Требования к подземной и подводной прокладке ОК.....	99
4.17.1 Общие положения .....	99
4.17.2 Методы прокладки ОК.....	101
4.17.3 Требования к ОК .....	102
4.17.4 Требования к монтажу муфт, предназначенных для укладки в грунт .....	104
4.18 Требования к размещению ОК на подстанциях .....	104
4.19 Цветовая маркировка и идентификационные признаки ОВ, ОМ.....	108
4.20 Требования к модели трассы ВОЛС в ГИС формате для просмотра в ГИС приложениях .....	111
<b>5 Требования к предпроектному обследованию .....</b>	<b>117</b>
5.1 Общие положения .....	117
5.2 Сбор исходных данных и дистанционное обследование ВЛ.....	119
5.3 Обследование технического состояния ВЛ .....	120
5.4 Ситуационный план расположения трассы ВОЛС.....	120
<b>6 Основные требования и нормы к составу проекта.....</b>	<b>121</b>
6.1 Общие положения .....	121
6.2 Основные нормы и требования, предъявляемые к составу и содержанию проектной документации.....	122
6.2.1 Общие положения .....	122
6.2.2 Типовой состав и содержание общей пояснительной записки.....	123
6.3 Основные требования и нормы, предъявляемые к составу и содержанию рабочей документации .....	125
6.3.1 Общие положения .....	125
6.3.2 Типовой состав и содержание рабочей документации .....	126
6.4 Сметная документация.....	128
<b>7 Организация строительства .....</b>	<b>131</b>
7.1 Организация и проведение подготовительных работ, включая мероприятия для подготовки к строительству ВОЛС.....	131
7.2 Проект производства работ (ППР) .....	133
7.3 Организация строительства, включая комплекс мероприятий по обеспечению объекта строительства материалами, оборудованием и инженерно-техническим персоналом .....	135
7.3.1 Общие положения .....	135

7.3.2 Организация строительства .....	135
7.4 Требования к проведению монтажа ОК на ВЛ.....	137
7.4.1 Общие положения .....	137
7.4.2 Подготовка к монтажу .....	139
7.4.3 Раскатка ОКГТ, ОКФП и ОКСН .....	141
7.4.4 Монтаж ОКНН .....	143
7.4.5 Монтаж зажимов для ОК.....	152
7.4.6 Монтаж соединительной муфты .....	154
7.4.7 Выполнение спусков ОК с опор .....	157
7.4.8 Прокладка ОК на открытой части подстанций.....	159
7.4.9 Прокладка ОК по стенам зданий и внутри помещений .....	160
7.5 Контроль качества строительно-монтажных работ ВОЛС-ВЛ .....	162
7.5.1 Общие положения .....	162
7.5.2 Входной контроль качества .....	163
7.5.3 Проведение входного контроля по оптическим параметрам кабеля.....	164
7.5.4 Контроль качества в процессе монтажа .....	165
7.5.5 Методика контроля качества соединений ОВ в муфтах .....	166
7.5.6 Приемочный контроль качества .....	168
7.5.7 Приемочно-сдаточные измерения кабельных секций.....	168
7.6 Организация сдачи ВОЛС в эксплуатацию .....	174
7.6.1 Порядок работы рабочей комиссии.....	174
7.6.2 Порядок работы приемочной комиссии.....	183
7.7 Дополнительные требования техники безопасности при производстве строительно-монтажных работ.....	184
7.7.1 Общие положения .....	184
7.7.2 Допустимые уровни напряженности электрического поля .....	187
7.7.3 Организационные мероприятия .....	188
7.7.4 Мероприятия по заземлению .....	189
7.7.5 Выбор защитных средств.....	191
7.7.6 Мероприятия при работе в пролетах пересечения с действующими ВЛ и зонах влияния .....	191
7.8 Правила транспортировки и хранения ОК.....	191

7.9	Перечень оформляемой производственной документации и маркировка элементов ВОЛС .....	193
7.9.1	Перечень оформляемой производственной документации .....	193
7.9.2	Маркировка элементов ВОЛС-ВЛ .....	194
<b>8</b>	<b>Эксплуатация ВОЛС .....</b>	<b>195</b>
8.1	Организация эксплуатации и ремонт .....	195
8.2	Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ .....	198
8.2.1	Общие положения .....	198
8.2.2	Мониторинг ВОЛС-ВЛ .....	202
8.2.3	Проведение осмотров ВОЛС-ВЛ .....	202
8.2.4	Проверка расстояний от ОК до проводов, измерение стрел провеса ....	203
8.2.5	Наблюдение за образованием гололеда на ОК .....	203
8.2.6	Характерные неисправности ОКГТ и ОКФП .....	204
8.2.7	Характерные неисправности ОКСН .....	205
8.2.8	Характерные неисправности ОКНН .....	205
8.2.9	Оформление документации по эксплуатации ВОЛС-ВЛ .....	205
8.3	Проведение аварийно-восстановительных работ на ВОЛС .....	206
8.3.1	Общие положения .....	206
8.3.2	Организационные мероприятия .....	207
8.3.3	Возможные виды аварий .....	208
8.3.4	Виды восстановления ОК .....	209
8.3.5	Технические мероприятия по проведению аварийно-восстановительных работ .....	209
8.3.6	Оформление отчетной документации .....	212
8.3.7	Аварийный запас .....	212
8.3.8	Техника безопасности при проведении аварийно-восстановительных работ .....	216
8.4	Эксплуатация ВОЛС-ВЛ с плавкой гололеда на ОКГТ .....	216
<b>9</b>	<b>Требования к системе мониторинга состояния ОВ .....</b>	<b>217</b>
9.1	Назначение и общие требования к системе .....	217
9.2	Структура системы распределенного контроля температуры и мониторинга состояния ОВ .....	217
9.3	Требования к оборудованию СМ ОВ .....	223

9.4 Требования к оборудованию СРКТиМ ОВ.....	229
9.5 Требования к программному обеспечению СМ (СРКТиМ) ОВ .....	231
9.6 Требования к графическому представлению ВОЛС и взаимодействию с ГИС-приложением .....	234
9.7 Требования к подсистеме управления пользователями .....	236
9.8 Требования к взаимодействию СРКТиМ ОВ с установкой плавки гололеда .....	236
9.9 Требования к информационной безопасности .....	240
<b>Приложение А (обязательное). Форма акта выбора трассы .....</b>	<b>241</b>
<b>Приложение Б (обязательное). Анализ оптических измерений на ЭКУ ВОЛС филиала «ФСК ЕЭС» .....</b>	<b>244</b>
<b>Библиография .....</b>	<b>245</b>



## **Введение**

«Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше» (далее - Правила) разработаны с целью создания стандарта организации, который должен использоваться предприятиями ОАО «ФСК ЕЭС» при подготовке заданий на проектирование, выполнении экспертизы проектно-сметной документации, разработке технической части (требований) закупочной документации по выбору подрядной организации на строительство, проведении технического надзора, ремонта и эксплуатационно-технического обслуживания линейно-кабельных сооружений волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) на воздушных линиях электропередачи (ВЛ), кабельно-воздушных линиях (КВЛ) и вдоль сооружаемых кабельных линий (КЛ) электропередачи.

В основе Правил использованы материалы:

«Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше» УДК 621.311.: 621.315, 1998 года, разработанные по заказу ОАО «РАО ЕЭС России», утвержденные Минтопэнерго РФ и Государственной комиссией по электросвязи при Государственном комитете Российской Федерации по связи и информатизации;

«Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 0,4-35 кВ», 2003 года, утвержденные Минэнерго РФ и Минсвязи РФ.

Данная редакция Правил учитывает современную нормативную базу и объединяет в себе требования, обязательные при выполнении проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на ВЛ, при сооружении КЛ и КВЛ электропередачи напряжением от 35 кВ и выше.

Правила стандартизируют и унифицируют основные требования, предъявляемые к проектированию, строительству, приёмке в эксплуатацию, непосредственно технической эксплуатации, проведению работ по ремонту и аварийному восстановлению линейно-кабельных сооружений ВОЛС на ВЛ, КВЛ, вдоль сооружаемых КЛ электропередачи и на территории энергообъектов.

Правила стандартизируют требования к ГИС и системе удалённого контроля и мониторинга оптических волокон ВОЛС.

### **1 Область применения**

1.1 Настоящие Правила относятся к организации линейной части ВОЛС на ВЛ, кабельно-воздушных (КВЛ) и кабельных линиях (КЛ) электропередачи напряжением 35 кВ и выше, а также к размещению на ПС. В

настоящих Правилах не рассматриваются требования к организации цифровых систем передачи.

1.2 Настоящие Правила распространяются как на ВОЛС-ВЛ, сооружаемые в объеме нового строительства ВЛ, КВЛ и КЛ, так и на ВОЛС-ВЛ, сооружаемых на действующих ВЛ, КВЛ и КЛ в порядке их технического перевооружения, реконструкции или модернизации.

1.3 Настоящие Правила обязательны для организаций и предприятий любой формы собственности, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией волоконно-оптических линий связи по ВЛ, КВЛ и КЛ электропередачи напряжением 35 кВ и выше.

1.4 Генеральный подрядчик или подрядчики по проектированию и строительству ВОЛС-ВЛ должен выбираться на конкурсной основе из числа организаций, имеющих свидетельство саморегулируемой организации (СРО) о допуске к соответствующим видам работ на особо опасных объектах.

1.5 Правила составлены с учетом действующих нормативных документов, приведенных в разделе 2 настоящих Правил.

1.6 Нормативный срок службы ВОЛС-ВЛ должен быть не менее 25 лет при соблюдении требований настоящих Правил.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).

ГОСТ 9.301-86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические. Общие требования (с Изменениями № 1, 2).

ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.

ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.

ГОСТ 11359-75 Арматура линейная. Ряд разрушающих нагрузок. Соединения деталей. Параметры и размеры (с Изменениями № 1, 2).

ГОСТ Р 21.1703-2000 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи.

ГОСТ 21.406-88 Система проектной документации для строительства. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах (с Изменением № 1).

ГОСТ 26599-85 Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения (с Изменениями № 1, 2).

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

### **3 Обозначения и сокращения**

Для целей настоящих Правил использованы следующие термины и определения:

**3.1 Аварийный режим** – режим при оборванных одном или нескольких проводах, тросах или ОК, гирляндах изоляторов и тросовых креплениях, повреждение оболочки ОК, повреждение ОВ в одном из пролетов ВЛ.

**3.2 Акт-допуск** – документ, дающий право строительно-монтажной организации на производство работ на действующей воздушной линии электропередачи.

**3.3 Анкерная секция (анкерный пролет)** – участок ВЛ между двумя ближайшими анкерными опорами.

**3.4 Анкерное крепление ОК** – крепление кабеля на анкерной опоре, предназначенное для обеспечения тяжения ОК в анкерном пролете или анкерной секции.

**3.5 АПВ** – автоматическое повторное включение.

**3.6 Большой переход** – пересечение судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ, на которых устанавливаются опоры высотой 50 м и более, а также пересечения ущелий, оврагов и других препятствий с пролетом пересечения более 700 м независимо от высоты опор ВЛ.

**3.7 Вибрация проводов (тросов)** – периодические колебания провода (троса) в пролете с частотой от 3 до 150 Гц, проходящие в вертикальной плоскости при ветре и образующие стоячие волны с размахом (двойной амплитудой), который может превышать диаметр провода (троса).

3.8 **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.).

3.9 **ВОКВ** – временная оптическая кабельная вставка.

3.10 **Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС)** – оптический кабель в комплексе с линейными сооружениями и устройствами для их обслуживания, по которому передают все виды сигналов ВОСП.

3.11 **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.

3.12 **Волоконно-оптическая система передачи (ВОСП)** – цифровая система передачи, в которой все виды сигналов передаются по волокнам оптического кабеля.

3.13 **Временная вставка ОК** – ОК, как правило, ОКШН, предназначенный для восстановления ВОЛС по временной схеме при отказах на ВОЛС-ВЛ.

3.14 **Вытяжка** – необратимое удлинение подвесного ОК под воздействием растягивающего тяжения, приложенного при монтаже и среднегодовой температуре эксплуатации.

3.15 **Гаситель вибрации** – устройство, устанавливаемое на фазных проводах, ГТ и/или ОК и предназначенное для предупреждения повреждения их от усталостных напряжений, вызываемых вибрацией.

3.16 **Гололед** – образование в виде твердого, прозрачного или полупрозрачного льда с плотностью (0,6–0,9) г/см<sup>3</sup> или изморози (инея), имеющей вид кристаллического осадка, напоминающего снег с плотностью (0,2–0,3) г/см<sup>3</sup>, или смеси, состоящей из напластований льда, изморози и мокрого снега.

3.17 **Грозозащитный трос (ГТ)** – металлический провод (стальной или сталеалюминевый), подвешиваемый на ВЛ для защиты азных проводов от прямых ударов молнии и повышения грозоупорности ВЛ.

3.18 **ГИС** – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах.

3.19 **Действующая ВЛ** – ВЛ или ее участки, которые находятся в эксплуатации под напряжением, либо на которые напряжение может быть подано включением коммутационных аппаратов.

3.20 **Должно, необходимо, следует и производные от них** – применяются для обозначения обязательности выполнения требований настоящих Правил.

3.21 **Допускается, разрешается** – означает, что данное требование применяется в виде исключения.

3.22 **Занятое ОВ** – ОВ, используемое для передачи данных. Синонимы - светлое ОВ, активное ОВ.

3.23 **ЗПТ** – защитные пластмассовые трубы.

3.24 **ИБП** – источник бесперебойного питания.

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

3.26 **Изолированное крепление** – устройство для крепления проводов и тросов к опоре ВЛ, в состав которого входят один или несколько изоляторов.

3.27 **Изолирующая распорка** – устройство, состоящее из изолирующей части и элементов крепления, и предназначенное для исключения сближения между собой фазных проводов, а также ГТ или ОК.

3.28 **Инженерно-технический персонал** – руководители, начальники служб и отделов районных энергетических управлений (объединений), предприятий, районов и участков электрических сетей, заместители указанных лиц, инженеры, техники, мастера, занимающиеся эксплуатацией ВЛ.

3.29 **ИП** – искровой промежуток.

3.30 **Кабельная линия (КЛ)** – линия электропередачи, полностью выполненная путем прокладки высоковольтных кабелей в грунте или через водные преграды.

3.31 **Кабельно-воздушная линия (КВЛ)** – линия электропередачи, часть которой выполнена путем подвеса проводов на опорах ВЛ, а часть путем прокладки высоковольтных кабелей в грунте или через водные преграды.

3.32 **КЗ** – короткое замыкание.

3.33 **КИП** – контрольно-измерительный пункт.

3.34 **КТЛР** – коэффициент линейного термического расширения.

3.35 **Линейная арматура** – совокупность крепежных, защитных и других изделий, предназначенных для размещения фазных проводов, ГТ и ОК на ВЛ.

3.36 **Линейно-кабельные сооружения (ЛКС)** – объекты инженерной инфраструктуры, созданные или приспособленные для размещения кабелей связи.

3.37 **Модуль упругости (модуль Юнга)** – физическая величина, характеризующая способность отдельных материалов, входящих в конструкцию оптического кабеля, или в целом конструкции кабеля 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.

3.38 **Может** – означает, что данное решение является правомерным.

3.39 **Монтажный режим** – режим в условиях монтажа опор, проводов, тросов и ОК.

3.40 **МУ** – методические указания.

3.41 **Наряд-допуск (наряд)** – задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы.

3.42 **Новое строительство** – строительство объектов электрических сетей (линий электропередачи, подстанций, распределительных и переключательных пунктов, технологически необходимых зданий, коммуникаций, вспомогательных сооружений, ремонтно-производственных баз, жилого фонда) в целях создания новых производственных мощностей, осуществляемое на вновь отведенных земельных участках до завершения строительства всех предусмотренных проектом очередей и ввода в действие всего электросетевого объекта на полную мощность. Основная номенклатура работ по новому строительству в электрических сетях приведена в [1].

3.43 **Нормальный режим** – режим при необорванных проводах, тросах и ОК, гирляндах изоляторов и их элементов креплений к опорам ВЛ.

3.44 **НРП** – необслуживаемый регенерационный пункт.

3.45 **ОВ** – оптическое волокно.

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

3.47 **ОКНН** – оптический кабель неметаллический навивной, представляющий собой оптический кабель, навиваемый на фазный провод или грозозащитный трос воздушной линии.

3.48 **ОКСН** – оптический кабель самонесущий неметаллический, армирующими элементами которого являются стеклопластиковые прутки или арамидные нити, объединенные в единую конструкцию.

3.49 **ОКФП** – оптический кабель, встроенный в фазный провод, является элементом ВЛ, выполняющим функцию фазного провода и кабеля связи.

3.50 **Оптическая муфта** – устройство для соединения ОВ двух и более ОК.

3.51 **Оптический кабель (ОК)** – кабельное изделие, предназначенное для организации связи и содержащее ОВ, объединенные в единую конструкцию.

3.52 **Оптический модуль (ОМ)** – элемент ОК, в котором располагаются волокна.

3.53 **ПА** – противоаварийная автоматика.

3.54 **Пересекаемая ВЛ** – ВЛ, проходящая под фазными проводами другой ВЛ (низом).

3.55 **Пересекающая ВЛ** – ВЛ, проходящая над фазными проводами другой ВЛ (верхом).

3.56 **Переход** – участок пересечения ВОЛС-ВЛ естественных и искусственных препятствий.

3.57 **ПК РМО СРКТ** – персональный компьютер рабочего места оператора СРКТ.

3.58 **Плавка гололеда (ПГ)** – удаление гололеда с проводов, ГТ и ОКГТ путем нагрева их электрическим током.

3.59 **Плановый (планово-предупредительный) ремонт** – ремонт в запланированный регламентом промежуток времени. Производится после выработки устройством ресурса, либо в случае если работоспособность устройства после неисправности частично сохраняется, или частично восстанавливается в результате восстановительного ремонта.

Позволяет заранее уведомить пользователей о прекращении функционирования, а также спланировать издержки, связанные с простоем оборудования.

3.60 **Пляска проводов (тросов)** – устойчивые периодические низкочастотные (0,2 – 2 Гц) колебания провода (троса) в пролете с односторонним или ассиметричным отложением гололеда (мокрого снега, изморози, смеси), вызываемые ветром скоростью 3-25 м/с.

3.61 **ПО** – программное обеспечение.

3.62 **Поддерживающее крепление ОК** – крепление кабеля на промежуточной опоре, предназначенное для поддержания массы подвешенного кабеля.

**3.63 Полуанкерное крепление ОК** – крепление кабеля на промежуточной опоре, сочетающее в себе функции поддерживающего и натяжного креплений.

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

**3.65 Проект организации строительства (ПОС)** – составная часть проектной документации, определяющая общую продолжительность и промежуточные сроки строительства, распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ, материально-технические, трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения строительно-монтажных работ и структуру управления строительством объекта.

**3.66 Проект производства работ (ППР)** – проект, определяющий технологию, сроки выполнения и порядок обеспечения ресурсами строительно-монтажных работ и служащий основным руководящим документом при организации производственных процессов.

**3.67 ПС** – подстанция.

**3.68 ПУЭ** – правила устройства электроустановок.

**3.69 Расширение** – строительство отдельных частей электросетевых объектов (распределительных устройств, ячеек распределительных устройств, зданий, сооружений, секций зданий для расширения закрытых распределительных устройств, компрессорных, аккумуляторных и др.) на территории действующих объектов электрических сетей или примыкающих к ним площадок, не предусмотренных первоначальным проектом, в целях создания дополнительных мощностей, вызванного ростом нагрузок. Основная номенклатура работ по расширению в электрических сетях приведена в [1].

**3.70 Рекомендуется** – означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

**3.71 Реконструкция** – комплекс работ на действующих объектах электрических сетей (линиях электропередачи, подстанциях, распределительных и переключательных пунктах, технологически необходимых зданиях, коммуникациях, вспомогательных сооружениях, ремонтно-производственных базах, служебном жилом фонде) по их переустройству (строительству взамен) в целях повышения технического уровня, улучшения технико-экономических показателей объекта, условий труда и охраны окружающей среды. Основная номенклатура работ по расширению в электрических сетях приведена в [1].

**3.72 РЗ** – релейная защита.



3.73 **РЗА** – релейная защита и автоматика.

3.74 **Свободное ОВ** – неиспользуемое для передачи данных ОВ оптического кабеля, прокладывается в качестве резерва, на случай выхода из строя занятых ОВ. Синонимы – темное ОВ, неактивное ОВ.

3.75 **СМ ОВ** – система мониторинга состояния ОВ.

3.76 **СРКТиМ ОВ** – система распределенного контроля температуры и мониторинга ОВ.

3.77 **СРО** – саморегулируемая организация.

3.78 **Строительная длина кабеля** – непрерывный участок кабеля, поставляемый на одном барабане. Включает в себя длину ОК между муфтами, с учетом спусков к ним и технологического запаса.

3.79 **Строительно-монтажная организация (СМО)** – специализированная организация, имеющая соответствующую лицензию и являющаяся подрядчиком по сооружению ВОЛС-ВЛ.

3.80 **Схема плавки гололеда** – состоит из одного или нескольких источников питания переменного или постоянного тока – установок плавки гололеда, размещенных на одной или двух смежных подстанциях и определенным образом соединенных проводов, и (или) ОКГТ обогреваемой линии электропередачи.

3.81 **Техническое перевооружение** – это комплекс работ на действующих объектах электрических сетей (линиях электропередачи, подстанциях, распределительных и переключательных пунктах, технологически необходимых зданиях, коммуникациях, вспомогательных сооружениях, ремонтно-производственных базах) по повышению их технико-экономического уровня, состоящий в замене морально и физически устаревшего оборудования и конструкций на новые и более совершенные, механизации работ и внедрении автоматизированных систем управления и контроля и других современных средств управления производственным процессом, совершенствовании подсобного и вспомогательного хозяйства объекта при сохранении основных строительных решений в пределах ранее выделенных земельных участков.

3.82 **Технологический запас ОК** – дополнительный запас ОК на стыках строительных длин для обеспечения спуска оптической муфты с опоры и обеспечения соединения ОВ методом сварки в мобильной лаборатории или дополнительный запас ОК для его монтажа в кроссе.

3.83 **ТЗНП** – токовая защита нулевой последовательности.

3.84 **Ток плавки гололеда** – ток, протекающий в ОКГТ при плавке гололеда.

3.85 **Трасса ВОЛС-ВЛ** – полоса земли, на которой сооружена ВЛ и проложен или подвешен ОК.

3.86 **УРОВ** – устройство резервирования отказа выключателя.

3.87 **Эллипс пляски ОК или проводника** – траектория движения ОК или проводника в пучности волны пляски, ограниченная площадью эллипса, расположенного в плоскости, перпендикулярной оси линии.

3.88 **ЭКУ ВОЛС** – элементарный кабельный участок волоконно-оптической линии связи.

3.89 **RTU** – Remote Test Unit, модуль удаленного тестирования ОВ.

3.90 **RTU-DTS** – Remote Test Unit – Distributed Temperature Sensor, модуль удаленного тестирования – распределенный датчик температуры ОВ.

## **4 Общие требования к проектированию**

### **4.1 Общие положения**

4.1.1 При проектировании ВОЛС-ВЛ необходимо руководствоваться [2], ПУЭ, а также другими нормативными и методическими документами.

4.1.2 При составлении задания на проектирование на вновь строящиеся или реконструируемые ВЛ, КВЛ и КЛ рекомендуется предусмотреть создание ВОЛС, которая должна быть выполнена в объеме проекта строительства или реконструкции ВЛ, КВЛ и КЛ.

4.1.3 Проектирование ВОЛС должно проводиться на основании задания на проектирование, составляемого заказчиком, и технических условий собственника или эксплуатирующей ВЛ организации.

4.1.4 При проектировании ВОЛС-ВЛ должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, а также способы размещения отходов производства и потребления, применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов.

4.1.5 Для расчетов при выполнении проектов ВОЛС-ВЛ на стадии «рабочая документация» должны использоваться технические характеристики ОК, предоставляемые производителем на основании их подтверждения при получении аттестационного заключения о возможности использования ОК в электроэнергетике РФ.

### **4.2 Типы оптических кабелей для организации ВОЛС-ВЛ**

4.2.1 При создании ВОЛС-ВЛ необходимо обеспечить надежную и безопасную эксплуатацию ВЛ и ВОЛС.

4.2.2 Для организации ВОЛС на вновь строящихся или реконструируемых и действующих ВЛ в соответствии с трассой прохождения ВОЛС-ВЛ могут применяться следующие типы ОК:

1) подвешиваемые на опорах ВЛ ОКГТ, ОКФП, ОКСН, а также ОКНН, навиваемые на фазный провод (для ВЛ до 150 кВ) или ГТ (в районах со среднегодовой продолжительностью гроз менее 20 ч);

2) подвешиваемые на специальных опорах ОКГТ и ОКСН на участке прохождения к узлам связи;

3) для прохождения к узлам связи, на участках ВЛ со вставкой КЛ (КВЛ), на КЛ, в пролетах пересечений ВОЛС-ВЛ с другими ВЛ и на переходах через прочие искусственные и естественные препятствия могут применяться прокладываемые по той же трассе как подземные, так и подводные кабели связи;

4) при организации ВОЛС на КЛ допускается применять высоковольтные кабели подземной или подводной прокладки со встроенным ОК.

4.2.3 Для создания ВОЛС на вновь строящихся или реконструируемых и действующих ВЛ наиболее надежным и экономически обоснованным является подвес ОКГТ на предусмотренные в конструкции опор узлы крепления. При этом ОКГТ выполняет функцию ГТ, осуществляя защиту ВЛ от прямых ударов молнии в фазные провода, и обеспечивает наряду с другими мероприятиями грозоупорность ВЛ, а также позволяет осуществлять по встроенному ОК передачу информации.

4.2.4 При обоснованном отказе от использования на вновь строящихся ВЛ до 220 кВ ГТ или ОКГТ на тросостойке опор в районах с низкой грозовой деятельностью, а также на ВЛ 35 кВ рекомендуется подвес ОКФП на штатных местах крепления фазных проводов или ОКГТ в межфазном пространстве ВЛ. В отдельных случаях, при обосновании, допускается применение на вновь строящихся ВЛ кабелей типа ОКСН.

4.2.5 При организации ВОЛС на действующих ВЛ до 220 кВ при невозможности отключения ВЛ на период строительства рекомендуется применение ОКСН. Не рекомендуется применение ОКСН в районах с высокой степенью промышленного загрязнения, в районах до 5 км от морских и океанических побережий, а также в районах в зоне климата с длительными периодами засухи и редкими периодами дождевых осадков и тумана.

4.2.6 Применение ОКНН с навивкой на ГТ, в случае его удовлетворительного состояния для навивки ОК и возможности подъезда к большинству опор допускается при организации ВОЛС на действующих ВЛ и

необходимости подвеса дополнительного ОК к существующему ОК на ВЛ, при слишком малой длине ВОЛС-ВЛ, приводящей к большим относительным расходам для подвеса других типов ОК, при затруднении размещения на ВЛ оборудования для монтажа под тяжением других типов ОК в горной, болотистой местности, на переходах через водные преграды, овраги, ущелья и т.п., при обоснованном отсутствии возможности подстановки, замены или укрепления опор. В этих же случаях для действующих ВЛ до 150 кВ и в пролетах пересечений ВОЛС на ВЛ до 150 кВ с другими ВЛ рекомендуется применение ОКНН с навивкой на фазный провод.

4.2.7 Технология навивки ОКНН на фазные провода или ГТ имеет ограниченную область применения. Надежность ВОЛС-ВЛ, создаваемой посредством навивки ОКНН на фазные провода или ГТ действующих ВЛ, ниже надежности ОКГТ или ОКФП и может снижаться в дальнейшем из-за износа существующего фазного провода или ГТ, креплений виброгасителей, соединений и арматуры подвеса фазного провода или ГТ. Надежность ВОЛС с ОКНН на ВЛ, которые расположены в районах сильного промышленного загрязнения атмосферы, вблизи побережья соленых озер, морей, океанов, в районах с сухим климатом и редкими периодами влажной погоды выше надежности ВОЛС с ОКСН.

4.2.8 При организации ВОЛС-ВЛ на действующих, вновь строящихся и реконструируемых ВЛ, которые расположены в районах, где температура окружающей среды может опускаться ниже 60 °С, рекомендуется применять ОКГТ или ОКФП.

### **4.3 Трасса ВОЛС-ВЛ**

4.3.1 При выборе ВЛ для организации ВОЛС, по данным технических служб собственника ВЛ, учитывается опыт ее эксплуатации, общее техническое состояние, наличие подвешенных ОК, информация по оперативным отключениям.

4.3.2 ВЛ, выбранные для подвеса ОК, должны быть указаны в задании на проектирование. Технические условия собственника или эксплуатирующей ВЛ организации должны быть получены на ВЛ, выбранные для организации ВОЛС.

4.3.3 В общем случае, для подвеса ОК должны использоваться ВЛ, удовлетворяющие следующим требованиям:

1) опоры ВЛ должны находиться в нормативном состоянии, которое определяется в соответствии с [3];

При возникновении дополнительной нагрузки на опоры ВЛ от подвешиваемого ОК в проекте должна быть определена необходимость их усиления или замены.

2) ВЛ должна быть резервирована, что обеспечивает возможность ее оперативного отключения;

3) предпочтительными являются ВЛ на стальных промежуточных решетчатых опорах;

4) предпочтительными являются ВЛ, нагрузки на опоры которых при подвесе ОК не будут превышать допустимые нагрузки. Нагрузки на опоры зависят от подвешиваемого ОК, климатических условий и параметров ВЛ (подвешенные провода, длины пролетов, перепады высот). Для того, чтобы определить ВЛ, на которой нагрузки от подвешиваемого ОК будут наименьшими необходимо выполнить оценочные расчеты нагрузок на опоры от всех подвешенных проводов, ГТ и/или подвешиваемых ОК и сравнить с расчетным листом опор.

4.3.4 Для организации ВОЛС-ВЛ допускается использовать ВЛ разного класса напряжений, совпадающих по направлению с трассой проектируемой ВОЛС с учетом 4.3.4 настоящих Правил.

4.3.5 При организации ВОЛС на вновь сооружаемых ВЛ, все согласования осуществляются в составе проектной или рабочей документации на ВЛ, или рабочей документации ВОЛС-ВЛ, выпускаемой отдельной книгой.

4.3.6 На трассу ВОЛС-ВЛ, включая трассу ВОЛС на самостоятельных опорах и прокладку в грунте, а также КВЛ и КЛ, должен быть составлен акт выбора трассы, который согласовывается с собственниками или эксплуатирующим энергообъект предприятием, земельных участков, других объектов и коммуникаций (кабельная канализация и т.д.). Форма акта выбора трассы приведена в Приложении А.

4.3.7 В проекте организации ВОЛС на действующих ВЛ при необходимости должны быть предусмотрены соответствующие затраты на возмещение убытков землепользователей на период строительства.

4.3.8 Трасса ВОЛС-ВЛ на подходах к ПС должна выбираться в соответствии с планом разводки ВЛ различного класса напряжений и с учетом перспективы развития.

4.3.9 При организации ВОЛС на действующих ВЛ согласование прокладки ОК по территории ПС с землепользователями, центральными и местными административными органами не требуется. Трасса прохождения ОК по территории действующей ПС должна быть согласована начальником ПС.

4.3.10 Строительство ВОЛС иных собственников должно выполняться по ТУ от собственника ВЛ (инфраструктуры электроэнергетики).

#### **4.4 Требования по учету климатических характеристик в районах прохождения трассы ВОЛС-ВЛ**

4.4.1 При организации ВОЛС на вновь строящихся или реконструируемых ВЛ климатические условия должны соответствовать условиям, принятым для выполнения проекта строительства или реконструкции ВЛ, и требованиям «Климатические условия и нагрузки» глава 2.5 [4].

4.4.2 Определение расчетных климатических условий, интенсивности грозовой деятельности и пляски проводов для расчета и выбора конструкций ВОЛС-ВЛ должно производиться на основании карт климатического районирования с уточнением по региональным картам и материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов управлений гидрометеослужбы и энергосистем за скоростью ветра, интенсивностью и кратностью гололедно-изморозевых отложений, температурой воздуха, грозовой деятельностью и пляской проводов в зоне трассы сооружаемой ВОЛС-ВЛ.

4.4.3 При отсутствии региональных карт значения климатических параметров уточняются путем обработки соответствующих данных многолетних наблюдений согласно [5].

4.4.4 Районирование по ветровому давлению, гололеду, определение температуры воздуха, интенсивности грозовой деятельности, степени агрессивности воздействия окружающей среды, районов по частоте повторяемости и интенсивности пляски должно осуществляться в соответствии с указаниями главы 2.5 [4].

Составление карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ должно проводиться в соответствии с [6].

4.4.5 В случае если трасса ВЛ проходит в нескольких ветровых и гололедных районах одновременно, то должны быть определены и указаны границы районов с привязкой к местности по трассе ВЛ.

4.4.6 Региональные коэффициенты по ветру и гололеду определяются на основании опыта эксплуатации в соответствии с [7] и должны быть указаны в задании на проектирование. При отсутствии в задании на проектирование региональных коэффициентов допускается принимать их значения равными единице.

4.4.7 Предпроектные изыскания на вновь строящихся и реконструируемых ВЛ должны быть выполнены в объемах, определяемых нормативными документами [4], [5], [6], [8], с указанием:

- 1) значений максимальных ветровых давлений на высоте 10 м над поверхностью земли с повторяемостью 1 раз в 25 лет (нормативное значение);
- 2) значений максимальных толщин стенок гололеда на высоте 10 м над поверхностью земли с повторяемостью 1 раз в 25 лет (нормативное значение);

- 3) районов по степени загрязнения атмосферы;
- 4) низшей температуры воздуха, определенной по строительным нормам и правилам с учетом данных наблюдений и округлением до значений, кратных пяти;
- 5) высшей температуры воздуха, определенной по строительным нормам и правилам с учетом данных наблюдений и округлением до значений, кратных пяти;
- 6) среднегодовой температуры воздуха, определенной по строительным нормам и правилам с учетом данных наблюдений и округлением до значений, кратных пяти;
- 7) фактической температуры воздуха при гололеде для районов, где при гололеде наблюдается температура ниже минус 15 °С.

4.4.8 При проектировании ВОЛС на действующих ВЛ, допускается принимать нормы, действующие на момент проектирования ВЛ, в том числе и климатические условия.

4.4.9 В случае если по требованию Заказчика для создания ВОЛС на действующих ВЛ, должно быть выявлено (на основании опыта эксплуатации или по данным наблюдений) соответствие климатических условий, действующих на момент проектирования ВЛ, условиям на момент разработки проекта подвеса ОК, то при ужесточении климатических условий следует разрабатывать проект реконструкции ВЛ, в рамках которого должен быть разработан проект ВОЛС-ВЛ на климатические условия в соответствии с 4.4.1 настоящих Правил.

4.4.10 При выполнении проекта ВОЛС на действующих ВЛ и климатических условиях в соответствии с 4.4.3 настоящих Правил рекомендуется проводить проверку по условиям механической прочности ОК на расчетные нагрузки по требованиям главы 2.5 [4], при этом рекомендуется значения региональных коэффициентов по ветру и гололеду принимать равными единице.

4.4.11 Расчет механической прочности существующих опор, фундаментов или закреплений в грунте допускается проводить на нагрузки от воздействия ветра и гололеда на тело опоры и от проводов, тросов и ОК при климатических условиях в соответствии с ПУЭ и СНиП, действовавшими на момент проектирования ВЛ.

4.4.12 Расчет на соблюдение всех допустимых изоляционных расстояний от подвешенных в межфазном пространстве ОКСН, ОКГТ и ОКФП или ОКНН (навитым на фазный провод на ВЛ до 150 кВ) следует проводить для климатических условий, принятых в соответствии с требованиями ПУЭ, действовавшими на момент проектирования ВЛ.

4.4.13 При определении изоляционных расстояний между эллипсами пляски ОК и эллипсами пляски фазных проводов или эллипсами пляски ГТ значения скоростного напора ветра и толщины стенки гололеда должны выбираться по материалам многолетних наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов энергосистем или других организаций, расположенных в районе прохождения ВЛ, и региональных метеорологических служб за скоростью ветра, интенсивностью и формой отложений гололеда, мокрого снега, смеси или изморози на проводах. Скорость ветра при возникновении пляски следует принимать в диапазоне от 6 до 25 м/с, толщину стенки гололеда в диапазоне от 3 до 20 мм. При отсутствии данных многолетних наблюдений скорость ветрового напора при возникновении пляски следует принимать равной полной скорости ветрового напора в соответствии с климатическим районом, указанным в задании на проектирование, и требованиями [4], но не более 25 м/с. Толщину стенки гололеда при этом также следует принимать в соответствие с климатическим районом, указанным в задании на проектирование, и требованиями [4], но не более 20 мм.

#### **4.5 Требования к методу механического расчета**

4.5.1 Метод механического расчета ОК (далее – Метод), должен применяться при проектировании ВОЛС-ВЛ и при разработке технических требований к ОК с целью расчетного подтверждения оптимальности выбора механических параметров кабелей.

4.5.2 Метод должен позволять:

- 1) рассчитывать стрелы провеса и тяжения всех типов ОК при различных климатических условиях в соответствии с 4.4 настоящих Правил и осуществлять проверку соблюдения допустимых тяжений, определяемых производителем кабеля;
- 2) рассчитывать механические нагрузки от подвесных ОК на опоры ВЛ;
- 3) рассчитывать расстояния по горизонтали, вертикали и в свету от ОК до земли, других элементов ВЛ (включая случаи с размещением ОК в межфазном пространстве), элементов пересекаемых ВЛ и других объектов, исходя из их взаимного расположения в каждом пролете ВЛ в условиях воздействия различных климатических нагрузок.

4.5.3 Метод должен позволять создавать модель ВЛ, объединяющую в себе модели опор, описывающие конфигурацию в пространстве и габариты опор, а также модели ОК, фазных проводов и ГТ, включающие кривые провеса с учетом их физико-механических характеристик в условиях воздействия различных сочетаний климатических нагрузок, для действующих ВЛ реальную расстановку опор ВЛ, для вновь проектируемых ВЛ проектную расстановку опор (длины пролетов, углы поворота и перепад высот).



4.5.4 В Методе должна быть использована математическая модель, позволяющая определять стрелы провеса и тяжения с изменением длины ОК, фазных проводов и ГТ по цепной функции вследствие вытяжки (ползучести) как при среднеэксплуатационной температуре под длительным воздействием растягивающей нагрузки, устанавливаемой в монтажном режиме, так и под кратковременным воздействием максимальной внешней нагрузки при наиболее тяжелых климатических воздействиях.

4.5.5 Математическая модель Метода должна позволять определять стрелы провеса и тяжения как при переходе от начального (монтажного) состояния в конечное (после вытяжки или после воздействия максимальной внешней нагрузки), так и при обратном переходе из конечного состояния в начальное, в том числе и в монтажное в условиях раскатки на роликах.

4.5.6 Математическая модель Метода должна позволять проводить расчеты тяжений и стрел провеса в монтажном (начальном) режиме, в режиме после вытяжки при среднеэксплуатационной нагрузке после воздействия максимальной внешней нагрузки с учетом модулей упругости ОК, фазного провода или ГТ, характеризующих каждый из этих режимов.

4.5.7 Для обеспечения возможности проведения расчетов ОКФП, ОКНН (в случае его навивки на фазный провод), а также биметаллических фазных проводов, включая высокотемпературные провода и GAP-провода, математическая модель Метода должна позволять учитывать модули упругости (начальный и после вытяжки) ОК и фазных проводов, полученные отдельно для внешних и внутренних повивов из нелинейных характеристик «нагрузка-удлинение» для каждого повива [9]. Нелинейные характеристики «нагрузка-удлинение» должны являться результатом проведения натуральных испытаний на растяжение и вытяжку или аналитической интерпретации существующих результатов испытаний аналогичных изделий [10], [11].

4.5.8 Математическая модель Метода должна позволять проводить механические расчеты ОКГТ и фазных проводов как биметаллических с учетом модулей упругости (начального и после вытяжки), полученных из нелинейных характеристик «нагрузка-удлинение» для всего сечения ОКГТ или провода [10], [11] в начальном и после вытяжки режимах.

4.5.9 Математическая модель Метода должна позволять проводить механические расчеты фазных проводов в соответствии с [12], а также ОКСН, стальных ГТ с учетом модулей упругости (начального и после вытяжки), полученных из линейных характеристик «нагрузка-удлинение» в начальном и после вытяжки режимах.

4.5.10 Математическая модель Метода должна позволять проводить механические расчеты ОК, ГТ и фазных проводов с учетом модулей упругости в начальном и после вытяжки режимах, представленных производителем изделия в виде набора характеристик «нагрузка-удлинение», в которых вытяжка выражается как изменение температуры [9].

4.5.11 Метод должен обеспечивать проведение механических расчетов фазных проводов, ГТ и ОК по цепной функции с учетом следующих физико-механических параметров:

- 1) общее сечение;
- 2) внешний диаметр;
- 3) погонный вес;
- 4) механическая прочность на разрыв;
- 5) коэффициент линейного термического расширения (КТЛР);
- 6) конечный модуль упругости;
- 7) модули упругости в начальном (монтажном) и конечном (после вытяжки) режимах или зависимости «нагрузка – удлинение» в начальном (монтажном) и конечном (после вытяжки) режимах;
- 8) температура, при которой определена вытяжка (ползучесть).

4.5.12 Метод должен обеспечивать возможность ввода перечня следующих параметров для различных климатических сочетаний:

- 1) скорость ветра или ветровое давление;
- 2) толщина стенки гололеда или удельная гололедная нагрузка;
- 3) плотность гололедно-изморозевых отложений;
- 4) температура окружающей среды;
- 5) коэффициенты согласно разделу «Климатические условия и нагрузки» по 7-му и 6-му изданиям ПУЭ, а также в соответствии с требованиями ПУЭ более ранних изданий, если они использовались на момент проектирования.

4.5.13 Метод должен обеспечивать возможность проведения расчетов при подвесе ОК, фазных проводов и ГТ как в каждом пролете ВЛ, так и в одной или нескольких анкерных секций.

4.5.14 Механические расчеты ОК в анкерных секциях ВЛ должны проводиться с использованием метода конечных элементов, который определяет тяжения ОК в каждом пролете анкерной секции исходя из геометрических параметров и веса его поддерживающих креплений, отклонений этих креплений, углов поворота трассы ВЛ и перепадов высот. На практике установить одинаковые длины пролетов в пределах одной анкерной секции не удастся, а тем более достичь абсолютно одинаковой отметки высот при расстановке опор. При перепадах высот и различных длинах пролетов в пределах одной анкерной секции возникают различные тяжения в каждом пролете, разница тяжений ОК приводит к возникновению дополнительных нагрузок от ОК на промежуточные опоры ВЛ. Также неравномерность высот и длин пролётов оказывает сильное влияние на расчёт стрел провеса проводов и

ОК. Стрелы провеса ОК в этом случае должны быть определены для каждого пролета при различных климатических нагрузках с целью соблюдения габаритных и изоляционных расстояний в соответствии с настоящими Правилами.

4.5.15 Метод приведенного пролета при механическом расчете анкерной секции ОК допускается применять только при проектировании ВОЛС-ВЛ на больших переходах с использованием роликовых подвесов на промежуточных опорах типа ППП.

4.5.16 Математическая модель Метода должна позволять осуществлять пересчет установившегося состояния ОК, рассчитанного по методу конечных элементов в исходное состояние раскатки на монтажных роликах.

4.5.17 Метод должен позволять рассчитывать габаритные расстояния от подвешиваемого ОК до элементов ВЛ при воздействии любого климатического условия, в том числе при отклонениях под воздействием ветровых потоков различной скорости, в соответствии с требованиями настоящих Правил:

- 1) в монтажном (начальном) режиме, в режиме после вытяжки и в режиме после воздействия максимальной внешней нагрузки;
- 2) при пляске проводов.

4.5.18 Метод должен позволять учитывать рельеф земли в полосе ВЛ, конфигурацию и расположение наземных объектов по трассе ВЛ по данным предпроектного геодезического обследования для определения габаритных расстояний от ОК в межфазном пространстве, кабеля ОКФП или ОКНН (при навивке на фазный провод) до земной поверхности или наземных объектов.

4.5.19 Механические расчеты, проводимые при проектировании подвеса ОК на ВЛ, рекомендуется выполнять с использованием систем автоматизированного выполнения проектных работ.

## **4.6 Требования к расчету опор, фундаментов или закреплений в грунте**

4.6.1 Проверка механической прочности опор при проектировании подвеса ОК и монтаж ОК должны выполняться на ВЛ, находящихся в нормативном состоянии.

4.6.2 Опоры, фундаменты или закрепления в грунте должны быть рассчитаны на сочетания расчетных нагрузок нормальных режимов по первой и второй группам предельных состояний, а также аварийных и монтажных режимов ВЛ по первой группе предельных состояний.

Расчет металлических опор и элементов ВЛ должен выполняться в соответствии с [13].

4.6.3 При проектировании подвеса ОК на ВЛ следует определять суммарные расчетные нагрузки на конструкции опор от всех фазных проводов, ГТ и ОК с учетом ветровых нагрузок и гололедных отложений в соответствии с требованиями ПУЭ и [8]. В случае если нагрузки на опору превышают допустимые значения, то требуется выполнять замену опор, уменьшение длин пролетов путем подстановки опор, или, при возможности, усиление опор, фундаментов или закреплений в грунте.

4.6.4 Расчет следует выполнить для каждого типа опоры, фундамента или закрепления в грунте.

4.6.5 При подвесе ОК на вновь строящихся ВЛ, расчет нагрузок на опоры должен быть выполнен в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

4.6.6 При проектировании подвеса ОК на действующих ВЛ, расположенных в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов, расчет опор и фундаментов на воздействие сейсмических нагрузок должен выполняться в соответствии со строительными нормами и правилами по строительству в сейсмических районах; при этом расчетные нагрузки от веса гололеда, ветровые нагрузки на опоры, провода, ГТ и ОК, а также нагрузки от тяжения умножаются на коэффициент сочетаний  $\Psi=0,8$ .

4.6.7 При проектировании подвеса ОКГТ на действующих ВЛ (при замене ГТ), нагрузки от ОКГТ, подвешенного с тяжением, при котором соблюдается расстояние «провод-трос» (в соответствии с 2.5.121 [4]), необходимо сравнивать с нагрузками от ГТ, подвешенного с тяжением, при котором также соблюдается расстояние «провод-трос» в пролетах рассматриваемой ВЛ. В случае если нагрузки от ОКГТ превышают нагрузки от ГТ на 10% и более, то требуется проверка механической прочности опор и фундаментов. При нагрузках, отличающихся менее чем на 10 %, проверку допускается не проводить. Если проверка механической прочности не выполняется, то необходимо провести сравнение вертикальной, поперечной и продольной нагрузок в режимах, указанных в 4.6.2 настоящих Правил, от проектируемого ОКГТ и ранее подвешенного ГТ с соблюдением расстояния «провод-трос», а результаты расчета нагрузок должны быть оформлены в соответствии с указаниями 4.6.10 настоящих Правил.

4.6.8 При подвесе ОКСН на действующих ВЛ всегда возникают дополнительные нагрузки, которые не были учтены при расстановке опор на момент проектирования ВЛ, а также при выборе и расчете фундаментов или закреплений в грунте.

4.6.9 Если на действующих ВЛ при проектировании подвеса ОКФП (при замене фазного провода) или ОКНН, навитого на фазный провод или ГТ, нагрузки превышают на 10 % и более значения нагрузок от ранее подвешенного фазного провода, либо фазного провода или ГТ при отсутствии ОКНН, то требуется проверка механической прочности опор, фундаментов

или закреплений в грунте. При нагрузках, отличающихся менее, чем на 10 %, проверку допускается не проводить. В случае, если проверка механической прочности не проводится, необходимо провести сравнение вертикальной, поперечной и продольной нагрузок в режимах, указанных в 4.6.2 настоящих Правил, от подвешиваемого ОКФП и ранее подвешенного фазного провода, от подвешиваемого фазного провода с ОКНН и фазного провода без ОКНН, от подвешиваемого ГТ с ОКНН и ГТ без ОКНН. Результаты расчета нагрузок должны быть оформлены в соответствии с 4.6.10 настоящих Правил.

4.6.10 Оформленные результаты расчета нагрузок от ОК на опоры каждого типа должны содержать:

1) титульный лист с указанием титула и наименования ВЛ; схемы с местом крепления ОК на опоре с размерами; информацию о ПО, в котором рассчитаны нагрузки; при расчете нагрузок без применения программных средств должны быть приведены ссылки на нормативные документы и справочную литературу, в соответствии с которой выполнен расчет; должны быть указаны номер и тип опоры; климатические условия расчета (ветровое давление, толщина стенки гололеда), региональные коэффициенты или коэффициенты перегрузки; схема расположения векторов вертикальной, поперечной и продольной составляющих, из которой однозначно понятно в какой системе координат («провод» или «опора») получены нагрузки; должны быть указаны длины пролетов, смежных с рассчитываемой опорой; типы фазных проводов, ГТ и/или ОКГТ, ОКСН, ОКНН и ОКФП, подвешенных до и после рассчитываемой опоры;

2) первый лист отчета для промежуточной опоры должен содержать расчет на сочетание расчетных нагрузок нормальных и аварийных режимов по первой группе предельных состояний;

3) первый лист отчета для анкерно-угловой опоры должен содержать расчет на сочетание расчетных нагрузок нормальных, аварийных и монтажных режимов по первой группе предельных состояний;

4) второй лист отчета для промежуточной, а также анкерно-угловой опоры, должен содержать расчет на сочетание расчетных нагрузок нормальных режимов по второй группе предельных состояний.

4.6.11 Оформленные результаты расчета нагрузок на фундаменты каждого типа от ОК должны содержать:

1) Титульный лист с указанием титула (наименование работы), в рамках которого выполняется расчет нагрузок на фундаменты, наименования объекта (ВЛ, ПС), номера и типа опоры (портала), реквизитов документа с результатами расчета нагрузок на опору (4.4.9 настоящих Правил), сведений о методике расчета нагрузок на фундаменты (информация о лицензионном ПО, с помощью которого выполнен расчет фундамента опоры; ссылки на

нормативные документы и справочную литературу, в соответствии с которыми выполнен расчет «на бумаге»).

2) Остальные листы должны содержать:

а) Схему расположения фундаментов (фундаментных блоков) с их однозначным обозначением и привязкой к локальной системе координат, связанной с опорой (ось ВЛ, ось траверсы и вертикальная ось опоры), к ортогональной системе координат с осями  $OX$   $OY$   $OZ$ . Рекомендуется совмещать начало координат с геометрический центром опоры на уровне земли, а ось ВЛ, ось траверсы и вертикальную ось опоры – с осями  $OX$   $OY$   $OZ$  соответственно.

б) Правило знаков для нагрузок на фундаменты. На схеме фундаментов (или на отдельной схеме) должны быть указаны положительные направления сосредоточенных вертикальных и горизонтальных сил. При необходимости, там же указываются положительные направления опрокидывающих (вокруг осей  $OX$   $OY$ ) и крутящих (вокруг оси  $OZ$ ) моментов на уровне земли. Допускается при расчете использовать интуитивно-понятную систему координат и правило знаков, несовпадающую с ортогональной системой координат  $OXYZ$ . Например, при расчете нагрузок от оттяжек на анкерные фундаменты.

в) Сводную таблицу с расчетными нагрузками для каждого фундамента (фундаментного блока) в виде набора вертикальной и горизонтальных составляющих (проекция на оси  $OX$   $OY$   $OZ$ ). При необходимости (например, для одностоечных опор), в таблицу включаются опрокидывающие и крутящие моменты на уровне земли. Отрицательные значения в таблице соответствуют направлению нагрузки, обратному по отношению к принятому (см. правило знаков). В таблице должны быть представлены нагрузки для всех расчетных режимов (нормальный, аварийный, монтажный) с учетом группы предельных состояний (первая или вторая), для которых выполнялся расчет.

#### **4.7 Требования к выполнению подвеса ОК в местах пересечений проектируемой ВОЛС**

##### **4.7.1 Пересечение проектируемой ВОЛС с другими ВЛ**

4.7.1.1 При подвесе ОК на пересекаемых ВЛ-35 кВ и выше в местах пересечений, предпочтение должно быть отдано подвесу ОК в следующем порядке:

1) ОКГТ на тросостойке опоры взамен ГТ (при его наличии в пролете пересечения) или ОКФП с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

2) в отдельных случаях, ОКГТ в межфазном пространстве, с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

3) ОКСН (на ВЛ напряжением до 220 кВ) с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности, при условии обеспечения стойкости его оболочки к наведенному потенциалу электрического поля с учетом воздействия фазных проводов пересекающей или пересекаемой ВЛ;

4) ОКНН, навитого на фазный провод, для ВЛ 35-150 кВ;

5) при обосновании невозможности подвеса ОК в пролете пересечения допускается прокладка подземного ОК с соблюдением требований 4.17 настоящих Правил.

4.7.1.2 При подвесе ОК на пересекающих ВЛ-110 кВ и выше в местах пересечений, с целью обеспечения надежной и безопасной эксплуатации пересекаемых ВЛ, предпочтение должно быть отдано подвесу ОКГТ или ОКФП. В случае если на ВЛ уже реализован подвес ОКГТ в качестве ГТ и экономически не оправдан подвес ОКФП, может быть рассмотрен подвес в межфазном пространстве ОКГТ или ОКСН (для ВЛ до 220 кВ), а также навивка ОКНН на фазный провод для ВЛ до 150 кВ с соблюдением всех требований настоящих Правил.

4.7.1.3 При подвесе ОК в местах пересечений проектируемой ВОЛС на ВЛ 35 кВ с пересекаемыми ВЛ 35 кВ и ниже предпочтение должно быть отдано подвесу при экономическом обосновании ОКФП, ОКСН или ОКНН, навитом на фазный провод, с соблюдением всех требований настоящих Правил.

4.7.1.4 При проектировании подвеса ОК на ВЛ в пролетах пересечений с другими ВЛ наименьшие расстояния от ОК до ближайших подвешенных фазных проводов (или ГТ) пересекающей или пересекаемой ВЛ должны быть не менее указанных в табл.2.5.24 [4] при температуре воздуха 15°C без ветра.

4.7.1.5 При проектировании подвеса ОКСН и ОКГТ, подвешенного в межфазном пространстве на действующих ВЛ, имеющих пересечение с другими ВЛ, наименьшие расстояния от ОКСН и ОКГТ до ближайших фазных проводов пересекаемой ВЛ при гололеде без ветра или максимальной температуре должны быть не менее приведенных в таблице 4.7.1 настоящих Правил. Расстояния выбираются по классу напряжения пересекаемой ВЛ. Указания по применению климатических условий для действующих ВЛ приведены в 5.1 настоящих Правил.

Таблица 4.7.1 Наименьшие расстояния от ОКСН и ОКГТ в межфазном пространстве при гололеде или максимальной температуре до фазных проводов пересекаемой ВЛ

Наименьшее изоляционное расстояние, см, при напряжении ВЛ, кВ								
До 10	20	35	110	150	220	330	500	750
10	15	30	80	110	160	215	300	500

4.7.1.6 Расстояния между ОК и ближайшими фазными проводами, ГТ, существующими ОК пересекающихся ВЛ 35 кВ и выше подлежат дополнительной проверке на соблюдение наименьших изоляционных расстояний при отклонении при расчетной ветровой нагрузке в пролете пересечения фазного провода, ГТ, существующего ОК или подвешиваемого ОК одной из пересекающихся ВЛ и неотклоненном положении фазного провода, ГТ, существующего ОК другой ВЛ. Расчетная ветровая нагрузка принимается направленной перпендикулярно пролету. При этом расстояния между фазными проводами, ГТ, существующим ОК и подвешиваемым ОК должны быть не менее приведенных в табл.4.7.2 настоящих Правил, за исключением ОКФП, от которого расстояние до фазных проводов, ГТ, существующего ОК должно быть не менее приведенных в таблице 4.7.3 настоящих Правил. Температура воздуха для неотклоненных фазных проводов, ГТ, существующего ОК или подвешиваемого ОК принимается такой же как при расчетной ветровой нагрузке. Указания по применению климатических условий на вновь строящихся и действующих ВЛ приведены в 4.4 настоящих Правил.

Таблица 4.7.2 Наименьшее изоляционное расстояние между отклоненным ОК и неотклоненном фазным проводом или отклоненным фазным проводом и неотклоненном ОК пересекающихся ВЛ

Наименьшее изоляционное расстояние, см, при напряжении ВЛ, кВ								
До 10	20	35	110	150	220	330	500	750
-	7	10	25	35	55	80	115	160

Таблица 4.7.3 Наименьшее изоляционное расстояние между отклоненным ОКФП и неотклоненном фазным проводом или отклоненным фазным проводом и неотклоненном ОКФП пересекающихся ВЛ

Наименьшее изоляционное расстояние, см, при напряжении ВЛ, кВ								
До 10	20	35	110	150	220	330	500	750



10	15	20	45	60	95	140	200	280
----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

4.7.1.7 При проектировании подвеса ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве ВЛ, имеющих пересечение с ВЛ до 110 кВ, расстояние по вертикали от ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве до верха опоры пересекаемой ВЛ при гололеде без ветра или максимальной температуре должны быть не менее 0,25 м.

4.7.1.8 При проектировании подвеса ОКФП в качестве нижнего фазного провода на ВЛ до 500 кВ, пересекающей сверху ВЛ до 110 кВ, расстояние по вертикали от ОКФП до верха опоры пересекаемой ВЛ, находящейся под проводами пересекающей ВЛ, при температуре воздуха 15 °С без ветра должно быть на 4 м больше значений, приведенных в Таблице 2.5.24 [4].

4.7.1.9 В пролетах пересечений с ВЛ, проходящих как выше, так и ниже проектируемой ВОЛС-ВЛ, проверка на сближение эллипсов пляски ОК с эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ и/или эллипсами пляски существующих ОК требуется при расположении места пересечения в тех частях пролетов пересекающихся ВЛ, в которых пляска с заданным количеством полувольт имеет наибольшую амплитуду колебаний. Согласно [14], наиболее часто встречающимися являются случаи пляски с одной, двумя и тремя полуволнами колебаний. При пляске с одной полуволной колебаний наибольшая амплитуда колебаний возникает в середине пролета, при пляске с двумя полуволнами колебаний – в первой или второй половине пролета, при пляске с тремя полуволнами колебаний – в одной из третьей пролета.

В случае, если место пересечения и сочетание полувольт пляски на пересекаемой и пересекающей ВЛ приводит к сближению эллипсов пляски ОК с эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ и/или эллипсами пляски существующих ОК, то необходимо выполнять расчет на соблюдение изоляционных расстояний, приведенных в Таблице 4.13.2 п. 4.13.4.9 настоящих Правил, между эллипсами пляски ОК и эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ и/или эллипсами пляски существующих ОК.

4.7.1.10 При расположении места пересечения действующих ВЛ в тех частях пролета, где могут возникнуть наибольшие амплитуды колебаний для четырех и более полувольт, расчет на сближение эллипсов пляски ОК и фазных проводов (или ГТ) на пересекающихся ВЛ допускается не выполнять. Климатические условия для проверки пляски следует принимать в соответствии с нормативными документами, действовавшими на момент проектирования.

4.7.1.11 На вновь строящихся ВЛ при проектировании подвеса ОК любого типа место пересечения с другими ВЛ должно быть выбрано таким образом, чтобы соблюдались наименьшие допустимые расстояния между

эллипсами пляски ОК и эллипсами пляски фазных проводов (или ГТ) пересекающихся ВЛ в соответствии с требованиями настоящих Правил для подвешиваемого типа ОК.

4.7.1.12 При невозможности соблюдения допустимых наименьших расстояний между эллипсами пляски ОК и эллипсами пляски фазных проводов (или эллипсами пляски ГТ) пересекающихся ВЛ необходимо предусматривать мероприятия по исключению или ограничению пляски на пересекаемой и/или пересекающей ВЛ, например, применение изолирующих распорок соответствующего класса напряжения или устройств по ограничению пляски.

#### **4.7.2 Пересечение проектируемой ВОЛС с железными дорогами**

4.7.2.1 В случае подвеса на вновь сооружаемых или действующих ВЛ кабеля ОКФП или на действующих ВЛ кабеля ОКНН (навитого на фазный провод ВЛ до 150 кВ) на пересечении с электрифицированными или подлежащими электрификации железными дорогами должны быть соблюдены расстояния от ОКФП или ОКНН до различных элементов железных дорог, а также до наивысшего провода или несущего троса электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог в соответствии с Таблицей 2.5.34 [4]. Условия проверки расстояния должны быть приняты в соответствии с 2.5.251 [4].

4.7.2.2 В случае подвеса ОКФП на ВЛ при пересечении железных дорог, крепление должно осуществляться в соответствии с 2.5.253 [4], а именно в двухцепном исполнении с раздельным креплением каждой цепи к опоре.

4.7.2.3 При организации ВОЛС на действующих ВЛ при пересечении с электрифицированными или подлежащими электрификации железными дорогами при обосновании невозможности подвеса ОКГТ на тросостойке взамен ГТ, подвеса ОКФП или ОКНН допускается подвешивать ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве. Наименьшее расстояние от ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве при наибольшей стреле провеса (при высшей температуре воздуха или расчетной линейной гололедной нагрузке), а также от эллипса пляски ОК до наивысшего провода или несущего троса электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог должны быть не менее 0,5 м.

4.7.2.4 При подвесе ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве на действующих ВЛ при пересечении с неэлектрифицированными железными дорогами расстояние при наибольшей стреле провеса (при высшей температуре воздуха или расчетной линейной гололедной нагрузке) до головки рельса должно быть не менее 7,5 м.

4.7.2.5 При наличии по трассе ВОЛС-ВЛ пересечений с электрифицированными или подлежащими электрификации железными

дорогами на одной из опор, ограничивающих пролет пересечения, рекомендуется предусматривать муфту.

#### **4.7.3 Пересечение проектируемой ВОЛС с автомобильными дорогами**

4.7.3.1 В случае подвеса ОКФП или на действующих ВЛ ОКНН (навитого на фазный провод ВЛ до 150 кВ) на пересечении с автомобильными дорогами должны быть соблюдены расстояния от ОКФП или ОКНН до проезжей части автомобильных дорог в соответствии с Таблицей 2.5.35 [4]. Условия проверки расстояния должны быть приняты в соответствии с 2.5.258 [4].

4.7.3.2 В случае подвеса ОКФП на ВЛ при пересечении с автомобильными дорогами крепления должны выполняться в соответствии с 2.5.257 [4], а именно в двухцепном исполнении с отдельным креплением каждой цепи к опоре.

4.7.3.3 При организации ВОЛС на действующих ВЛ при пересечении с автомобильными дорогами при обосновании невозможности подвеса ОКГТ на тросостойке взамен ГТ, подвеса ОКФП или ОКНН допускается подвешивать ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве. Наименьшее расстояние от ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве при наибольшей стреле провеса (при высшей температуре воздуха или расчетной линейной гололедной нагрузке) до проезжей части дороги рекомендуется не менее 7 м.

#### **4.7.4 Пересечение проектируемой ВОЛС с судоходными участками рек**

4.7.4.1 В случае подвеса ОКФП или, на действующих ВЛ, ОКНН (навитого на фазный провод ВЛ до 150 кВ) на пересечении с судоходными участками рек должны быть соблюдены расстояния от ОКФП или ОКНН до максимальных габаритов судов в соответствии с Таблицей 2.5.37 [4]. Условия проверки расстояния должны быть приняты в соответствии с 2.5.270 [4].

4.7.4.2 При организации ВОЛС на действующих ВЛ при пересечении с судоходными участками рек при обосновании невозможности подвеса ОКГТ на тросостойке взамен ГТ, подвеса ОКФП или ОКНН допускается подвешивать ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве. Наименьшее расстояние от ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве при наибольшей стреле провеса (при высшей температуре воздуха или расчетной линейной гололедной нагрузке) до максимального габарита судна должны быть не менее 1 м.

#### **4.7.5 Пересечение проектируемой ВОЛС с иными сооружениями**

4.7.5.1 В случае подвеса ОКФП или на действующих ВЛ ОКНН (навитого на фазный провод ВЛ до 150 кВ) на пересечении с различными

сооружениями должны быть соблюдены расстояния от ОКФП или ОКНН до сооружений или их элементов в соответствии с требованиями [4], как для фазных проводов при пересечении этого типа сооружений. Условия проверки расстояния должны быть приняты в соответствии с [4] для пересечения этого типа сооружения.

4.7.5.2 При организации ВОЛС на действующих ВЛ при пересечении с различными сооружениями при наличии обоснования невозможности подвеса ОКГТ на тросостойке взамен ГТ, подвеса ОКФП или ОКНН допускается подвешивать ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве. Наименьшее расстояние от ОКСН или ОКГТ в межфазном пространстве при наибольшей стреле провеса (при высшей температуре воздуха или расчетной линейной гололедной нагрузке), а также от эллипса пляски кабеля до сооружений или их элементов должны быть не менее 0,5 м.

#### **4.8 Требования к выполнению подвеса ОК на ВЛ с существующими ОК**

4.8.1 Подвес ОК на ВЛ (участках ВЛ) с существующими ОК может быть осуществлен в случае:

- 1) необходимости технического перевооружения действующей ВОЛС с увеличением ёмкости системы передачи путем увеличения числа ОВ;
- 2) необходимости организации независимых от действующей ВОЛС каналов связи путем подвеса дополнительного ОК на всем протяжении ВЛ или участках ВЛ.

4.8.2 При увеличении ёмкости системы передачи на существующей ВОЛС, предпочтение должно быть отдано тому решению, которое минимизирует суммарные нагрузки от всех ОК на опоры ВЛ, т.е. подвесу кабеля с объединенной емкостью ОВ взамен существующего ОК.

4.8.3 При отсутствии возможности отключения ВЛ до 220 кВ должен использоваться подвес ОКСН. Если подвес ОКСН по каким-либо причинам не возможен должны быть рассмотрены варианты подвеса других типов ОК.

4.8.4 В случаях, описанных в 4.8.1 настоящих Правил, по согласованию с собственником ВОЛС-ВЛ и сетевой организацией, эксплуатирующей ВЛ, увеличение емкости линии связи должно выполняться в следующем приоритетном порядке:

- 1) если на тросостойках опор ВЛ подвешен кабель типа ОКГТ или в межфазном пространстве ОКСН:
  - а) при одностросовом исполнении опор – объединение необходимой емкости ОВ в одном ОКГТ с подвесом его взамен существующего ОКГТ с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

б) при двухтросовом исполнении опор – сохранение существующего ОК с подвесом дополнительного кабеля типа ОКГТ на тросостойке взамен существующего ГТ с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

в) сохранение существующего ОК с подвесом ОКФП, ОКНН (навитый на фазный провод на ВЛ до 150 кВ) или ОКНН (навитый на ГТ в районах со среднегодовой продолжительностью гроз менее 20 ч) с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

г) при невозможности подвеса ОКГТ увеличенной емкости на тросостойке – сохранение существующего ОКГТ на тросостойке с подвесом дополнительного ОКГТ в межфазном пространстве (что увеличивает показатель грозоупорности ВЛ) с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

д) объединение необходимого числа ОВ в одном ОКСН с подвесом его взамен существующего ОКСН с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

е) сохранение существующего ОКСН и подвес дополнительного ОКСН с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности;

ж) замена существующего ОКГТ на ОКСН не допускается;

2) если на опорах ВЛ подвешен кабель типа ОКНН (навитый на ГТ), ОКНН (навитый на фазный провод) или ОКФП:

а) предпочтение должно быть отдано подвесу кабеля типа ОКГТ;

б) увеличение емкости ОВ возможно подвесом кабеля типа ОКФП, ОКНН (навитый на фазный провод на ВЛ до 150 кВ) или ОКНН (навитый на ГТ в районах со среднегодовой продолжительностью гроз менее 20 ч) с соблюдением всех требований настоящих Правил для данного типа ОК и требований техники безопасности.

## **4.9 Защита ОК от вибрации**

### **4.9.1 Общие положения**

4.9.1.1 Для предотвращения износа оболочки кабеля и обеспечения необходимого срока службы ОК, а также эксплуатационной надежности ВЛ в целом, кабель следует защищать от высокочастотных колебаний, вызываемых ветром (вибрации).

4.9.1.2 Защита от вибрации не требуется в тех случаях, когда отсутствуют условия и причины колебаний ОК, создающие опасность его разрушения. Степень опасности вибрации определяется расположением ВЛ или ее участков относительно преобладающего направления ветров,

условиями прохождения линии, тяжением кабеля, конструктивными параметрами пролетов. В Таблице 4.9.1 настоящих Правил представлены пять основных разновидностей топографических особенностей и категорий местности.

Таблица 4.9.1 Категории местности

Категории местности	Характерные особенности топографии
1	Ровная, открытая местность без преград со снежным покровом более 5 мес. в году, водная поверхность значительных размеров
2	Ровная, открытая местность без снежного покрова или со снежным покровом менее 5 мес. в году
3	Слабохолмистая местность, отдельные деревья и строения
4	Пересеченная местность, редкий или низкорослый лес, невысокая застройка
5	Горные районы, территория города с высокой застройкой, лесной массив

4.9.1.3 На вновь строящихся и действующих ВЛ, во избежание повреждений ОК вибрацией, в соответствии с инструкцией по монтажу кабеля, перекладка ОК из роликов в арматуру должна производиться не позднее 48 часов после его раскатки с одновременной установкой гасителей вибрации. Установка гасителей вибрации в больших переходных пролетах также должна производиться не позднее, чем через 48 часов после монтажа кабеля.

4.9.1.4 В местах крепления ОК в поддерживающих зажимах и в местах установки гасителей колебаний любого типа, кабель защищается протектором из сформированных в виде спиралей стальных проволок.

4.9.1.5 Гаситель вибрации должен располагаться на протекторе на расстоянии не менее 50 мм от его края.

4.9.1.6 Типы виброгасителей и схемы их установки должны быть рекомендованы изготовителем кабеля и производителями гасителей вибрации.

4.9.1.7 В качестве основного способа защиты ОК от вибрации рекомендуется применение многочастотных (мультирезонансных) или широкополосных гасителей вибрации, при условии, что масса каждого гасителя не превышает массу двух метров кабеля с протектором, а диапазон частот гасителя соответствует диапазону интенсивных колебаний кабеля,

определяемому формулой  $\omega = 200 V/D$ , где  $\omega$  – частота вибрации, Гц,  $V$  – скорость ветра в диапазоне 1-8 м/с,  $D$  – диаметр кабеля, мм.

4.9.1.8 Не требуется защита от вибрации ОКСН на участках ВЛ, проходящих по низу горной долины и направленных вдоль нее.

#### 4.9.2 Защита от вибрации ОКГТ и ОКФП

4.9.2.1 Защиту от вибрации ОКГТ и ОКФП следует выполнять в соответствии с [15], как для сталеалюминевых проводов марки АС или, при отсутствии алюминиевой части в ОК, как для стальных тросов.

4.9.2.2 В зависимости от условий прохождения трассы ВЛ защита от вибрации ОКГТ и ОКФП требуется при длинах пролетов, превышающих значения, приведенные в Таблице 3.2 [15], в зависимости от сечения ОК, и механических напряжениях при среднегодовой температуре (при среднемесячной температуре самого холодного месяца года для районов Крайнего Севера), превышающих приведенные в Таблице 3.3 [15], в зависимости от отношения сечения алюминиевой части к сечению стальной части ОК, а при отсутствии алюминиевой части у ОК, как для полностью стального троса.

#### 4.9.3 Защита от вибрации ОКНН

4.9.3.1 В связи с тем, что навивной кабель по своей сути является средством снижения интенсивности вибрационных колебаний, то при наличии на фазном проводе или ГТ гасителей вибрации дополнительная защита от вибрации не предусматривается, а при отсутствии гасителей вибрации – не требуется.

#### 4.9.4 Защита от вибрации ОКСН

4.9.4.1 В тех случаях, когда механическое напряжение ОКСН составляет более 10 % от предела его прочности на разрыв, и длины пролетов превышают, указанные в Таблицах 4.9.2 - 4.9.4 настоящих Правил, следует предусматривать установку гасителей вибрации.

Таблица 4.9.2 Количество гасителей для 1, 2 и 3 категории местности и длин пролетов

Наименование	Местность категории 1, 2 и 3			
	Длина пролетов, м			
	200-250	250-300	300-350	Более 350 м
Количество гасителей на пролет, шт.	1	1	2	4 <sup>1</sup>
<b>Примечание.</b> <sup>1</sup> Гасители устанавливаются по два с каждой стороны пролета.				

Таблица 4.9.3 Количество гасителей для 4 категории местности и длин пролетов

Наименование	Местность категории 4			
	Длина пролетов, м			
	200-250	250-300	300-350	Более 350 м
Количество гасителей на пролет, шт.	1	1	2	2

Таблица 4.9.4 Количество гасителей для 5 категории местности и длин пролетов

Наименование	Местность категории 5			
	Длина пролетов, м			
	200-250	250-300	300-350	Более 350 м
Количество гасителей на пролет, шт.	1	1	1	2

4.9.4.2 При подвесе ОКСН на больших переходах по временной схеме, защита от вибрации с каждой стороны переходного пролета длиной от 500 до 1500 м осуществляется подвесом не менее двух разнотипных гасителей вибрации (схему установки см. п. 4.9.4.6 настоящих Правил). Защита от вибрации в пролетах более 1500 м, а также независимо от длины пролета с тяжением более 180 кН должна производиться по специальному проекту.

4.9.4.3 Место установки гасителя выбирается таким образом, чтобы во всем диапазоне опасных частот гасители вибрации не были расположены в узлах колебаний.

4.9.4.4 При установке одного гасителя на пролет (см. рис. 4.9.1 настоящих Правил), он должен отстоять от места крепления ОКСН на расстояние (с округлением до 0,05 м):

$$S_1 = 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot \sqrt{\frac{T_3}{m}} \quad (4.9.1)$$

где  $S_1$  – расстояние от середины гасителя до места выхода провода из поддерживающего или натяжного зажима, м;

$D$  – диаметр кабеля, мм;

$T_3$  – тяжение при среднеэксплуатационной температуре, Н;

$m$  – масса 1 м ОКСН и 1 м спирального протектора, кг/м.



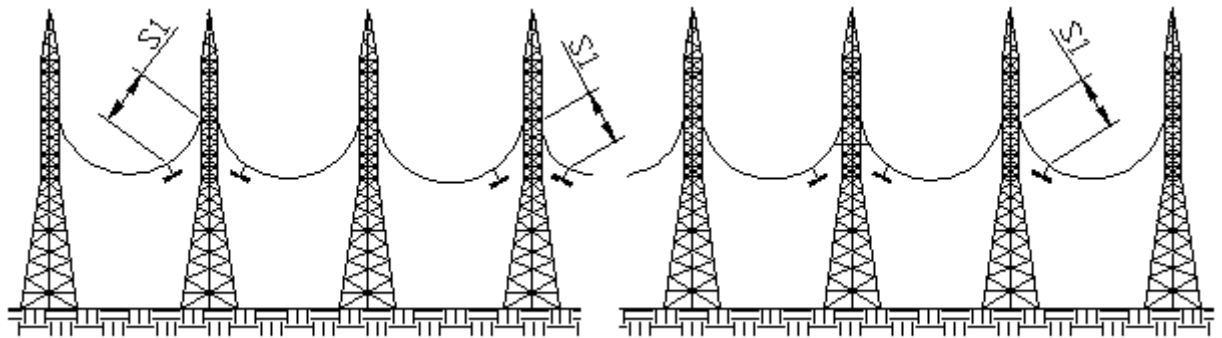


Рисунок 4.9.1 Схема установки одного гасителя вибрации на ОКСН в пролете

4.9.4.5 При установке одного гасителя с каждой стороны пролета (см. рис. 4.9.2 настоящих Правил) эффективность работы гасителей в пролете повышается, если в начале и в конце пролета месторасположение гасителей несколько различается и определяется по формулам (с округлением до 0,05 м):

$$S_1 = 3,2 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot \sqrt{\frac{T_2}{m}},$$

$$S_2 = 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot \sqrt{\frac{T_2}{m}} \quad (4.9.2)$$

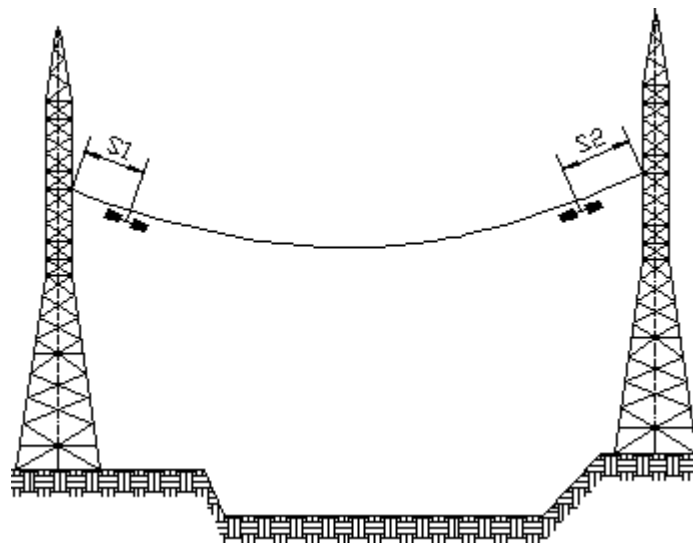


Рисунок 4.9.2 Схема установки одного гасителя вибрации на ОКСН с каждой стороны пролета

4.9.4.6 При защите пролета гасителями двух типов (см. рис.4.9.3 настоящих Правил), устанавливаемых попарно у места крепления ОКСН, места их установки определяются по формулам (с округлением до 0,05 м):

$$u_1 = 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot \sqrt{\frac{T_2}{m}}, \quad (4.9.3)$$

$$u_2 = 6,6 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot \sqrt{\frac{T_2}{m}}$$

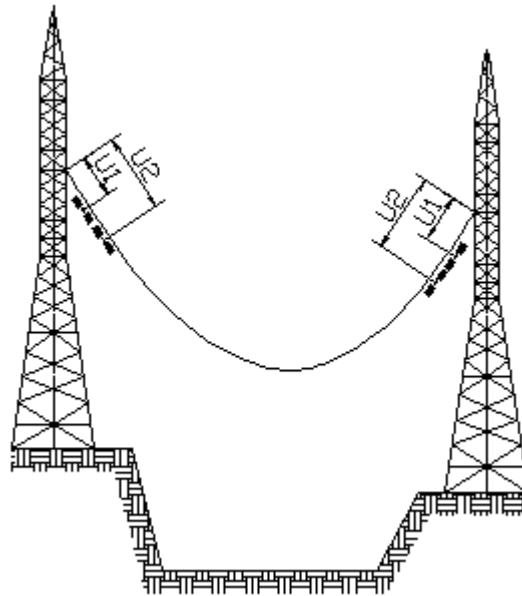


Рисунок 4.9.3 Схема установки гасителей вибрации, устанавливаемых попарно у места крепления ОКСН с каждой стороны пролета

4.9.4.7 Защита от вибрации не требуется при подвесе ОКСН на ВЛ (участках ВЛ), проходящей по просеке с высотой деревьев лесного массива большей высоты подвеса кабеля на опорах. При подвесе ОКСН на ВЛ, проходящих по лесу и необорудованных защитой от вибрации, в случае вырубки леса, если напряжение в кабеле более 10 % от предела его прочности на разрыв и длина пролетов более указанных в табл. 4.9.2 настоящих Правил должны быть установлены гасители вибрации.

#### 4.10 Требования к подвесу ОК на больших переходах

4.10.1 При организации ВОЛС на вновь строящихся и действующих больших переходах ВЛ напряжением 35 кВ и выше подвес следует выполнять кабелем ОКГТ или ОКФП. При организации ВОЛС на действующих ВЛ и невозможности подвеса ОКГТ и ОКФП допускается подвес ОКНН.

4.10.2 При организации ВОЛС на вновь сооружаемых и действующих больших переходах путем подвеса ОКФП и на действующих больших переходах путем подвеса ОКНН (навитым на фазный провод на ВЛ до 150 кВ и для ВЛ любого напряжения навитым на ГТ в районах со средней продолжительностью гроз до 20 ч) должны выполняться требования, аналогичные предъявляемым при подвесе фазных проводов главы 2.5 [4].

4.10.3 В связи со сложностью организации временной вставки на большом переходе, для резервирования ВОЛС следует подвешивать:

1) на ВЛ 35 кВ и выше – два одинаковых ОКФП, один из которых является резервным, для возможности быстрого восстановления связи должны быть предусмотрены конструктивно-технические решения по соединению резервного и основного ОКФП на концевых опорах перехода;

2) на ВЛ 110 кВ и выше – два одинаковых ОКГТ, один из которых является резервным, для возможности быстрого восстановления связи резервный ОКГТ должен быть смонтирован не только по всей длине большого перехода, но и между стойками концевых опор с введением его в муфту;

3) на существующих ВЛ 35 кВ и выше, если тросостойки предусматривают штатное крепление только одного ГТ – один ОКГТ и один ОКФП, из которых один является резервным, для возможности быстрого восстановления связи должны быть предусмотрены конструктивно-технические решения по соединению резервного и основного ОК на концевых опорах перехода.

4.10.4 При организации ВОЛС на вновь сооружаемых переходах ВЛ напряжением 35 кВ и выше должны выполняться следующие требования к подвесу ОКГТ:

1) подвес должен соответствовать требованиям 4.13.4 (при отсутствии плавки гололеда) и 4.13.5 настоящих Правил с учетом дополнительных требований по защите от грозových перенапряжений согласно 2.5.169 [4];

2) расчетные нагрузки на опоры от ОКГТ должны определяться в соответствии с 2.5.175 - 2.5.176 [4].

4.10.5 При организации ВОЛС на действующих переходах ВЛ напряжением 35 кВ и выше требования к подвесу ОКГТ следующие:

1) механическая прочность ОКГТ проверяется в соответствии с главой 2.5 [4] и 4.13.3 настоящих Правил;

2) проверка на соблюдение наименьших изоляционных расстояний от ОКГТ до фазных проводов и на пляску выполняется на климатические условия, принятые на момент проектирования ВЛ;

3) расчет нагрузок на опоры от ОКГТ выполняется по нормам, действовавшим на момент проектирования ВЛ.

4.10.6 Расчет тяжений, стрел провеса и наименьших допустимых расстояний должен выполняться в каждом пролете по методу конечных элементов.

4.10.7 Изоляторы и арматура должны выбираться по нагрузкам в нормальных и аварийных режимах работы ВЛ в соответствии с 2.5.100-2.5.103, 2.5.105-2.5.115 [4].

4.10.8 При организации ВОЛС путем подвеса ОКГТ и ОКФП, количество изоляторов, количество цепей гирлянд, разрушающая

механическая нагрузка изоляторов и выбор искрового промежутка, шунтирующего изоляторы, должны соответствовать 2.5.165-2.5.171 [4] и 1.9.15 [4]. При использовании искрового промежутка заземление ОКГТ на опорах большого перехода не требуется.

4.10.9 Для крепления ОКГТ и ОКФП к гирляндам изоляторов на переходных опорах рекомендуется применять глухие или поддерживающие устройства специальной конструкции. Для защиты кабелей ОКГТ и ОКФП рекомендуется применять роликовые подвесы ПГП. Применение глухих зажимов должно быть обосновано.

4.10.10 Подвешенные на большом переходе кабели ОКГТ и ОКФП должны быть защищены от вибрации в соответствии с требованиями 4.9 настоящих Правил, 2.5.163 [4] и [15].

4.10.11 Подвес ОКСН допускается выполнять в ниже перечисленных случаях, на основании результатов технико-экономического сравнения с ОКГТ, ОКФП и ОКНН (навитым на фазный провод ВЛ до 150 кВ):

1) на действующих ВЛ 35 кВ (при отсутствии тросостоек на опорах) в I-II районах по ветру и гололеду с проверкой наименьших допустимых изоляционных расстояний в соответствии с требованиями 4.15 настоящих Правил с учетом дополнительных более строгих требований по наименьшим изоляционным расстояниям по воздуху от токоведущих до заземленных частей опор согласно 2.5.172 [4];

2) в качестве временной вставки на действующих ВЛ 110 кВ и выше в I-II районах по ветру и гололеду с проверкой наименьших допустимых изоляционных расстояний в соответствии с требованиями 4.15 настоящих Правил с учетом дополнительных более строгих требований по наименьшим изоляционным расстояниям по воздуху от токоведущих до заземленных частей опор в соответствии с 2.5.172 [4].

4.10.12 Подвес ОКНН допускается выполнять в ниже перечисленных случаях на основании результатов технико-экономического сравнения с ОКГТ, ОКФП и ОКСН:

1) на действующих ВЛ 35-150 кВ с навивкой на фазный провод в соответствии с требованиями 4.16 настоящих Правил;

2) на действующих ВЛ любого напряжения с навивкой на ГТ в районах со среднегодовой продолжительностью гроз до 20 ч в соответствии с требованиями 4.16 настоящих Правил.

#### **4.11 Требования к линейной арматуре для подвеса ОКСН и ОКГТ на опорах ВЛ**

4.11.1 Линейная арматура, к которой относится спиральная арматура (натяжные и поддерживающие зажимы, поставляемые с протекторами), сцепная арматура (ушки, скобы и т.д.), защитная арматура (гасители

вибрации), а также заземляющие соединения и струбцины для крепления спусков кабеля, должна обеспечивать надежное крепление, длительную и безаварийную работу ОК в течение всего срока эксплуатации (не менее 25 лет).

4.11.2 Для кабелей ОКСН и ОКГТ следует применять натяжные спиральные зажимы с протекторами для защиты от неравномерной раздавливающей нагрузки, возникающей при натяжении кабеля в зажиме. Конструкция зажимов (см. рис. 4.11.1 настоящих Правил) должна исключать перемещения кабеля и не приводить к его повреждению в процессе эксплуатации [16].

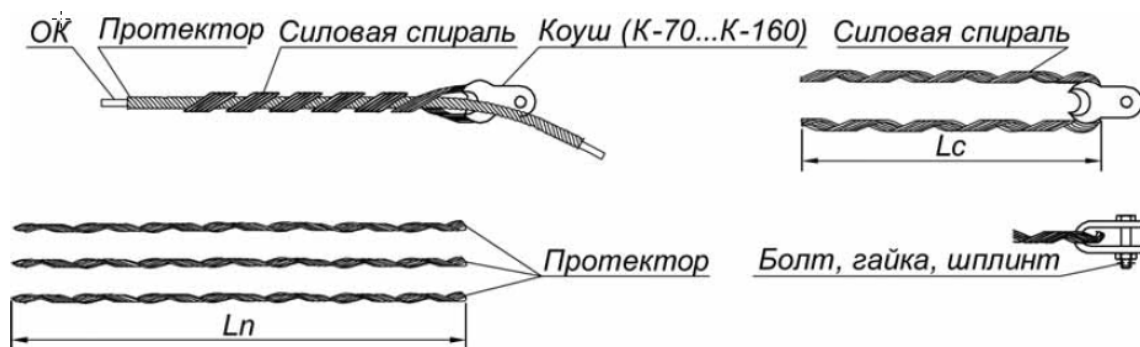


Рисунок 4.11.1 Конструкция натяжных спиральных зажимов

4.11.3 Для ОКСН и ОКГТ следует применять спиральные поддерживающие зажимы. Предпочтение должно отдаваться зажимам, имеющим конструкцию типа «Armor-Grip», с протектором из неопрена или другого полимерного материала (см. рис. 4.11.2 настоящих Правил), который должен защищать кабель от большого количества статических и динамических нагрузок, вызванных воздушной вибрацией. По согласованию с заказчиком и производителем кабеля, допускается применение комбинированных зажимов, состоящих из следующих элементов: спиральной арматуры, протектора, поддерживающей лодочки (см. рис. 4.11.3 настоящих Правил) или кольцевого коуша (см. рис. 4.11.4 настоящих Правил) [16].

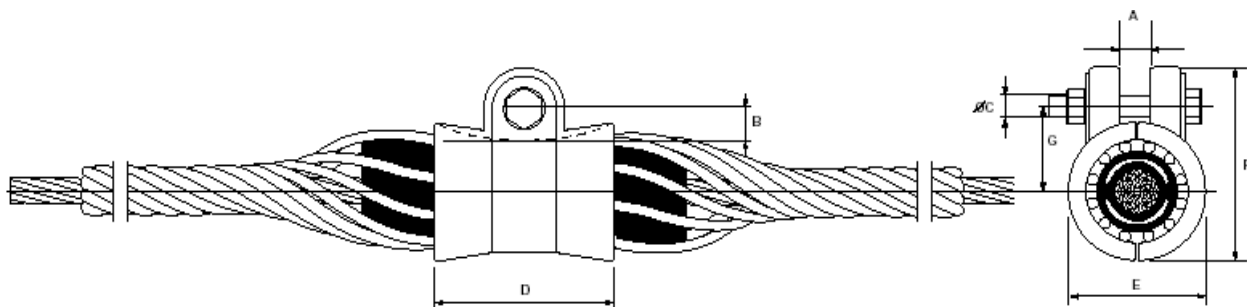


Рисунок 4.11.2 Поддерживающий спиральный зажим типа «Armor-Grip»

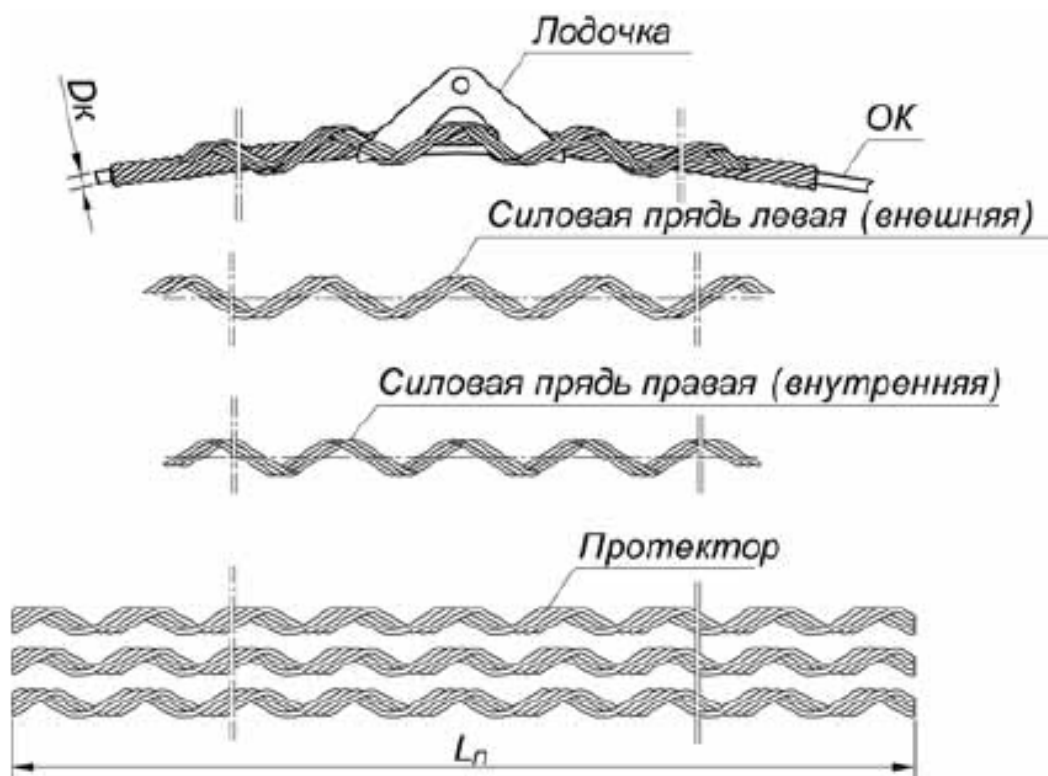


Рисунок 4.11.3 Поддерживающий спиральный зажим с лодочкой

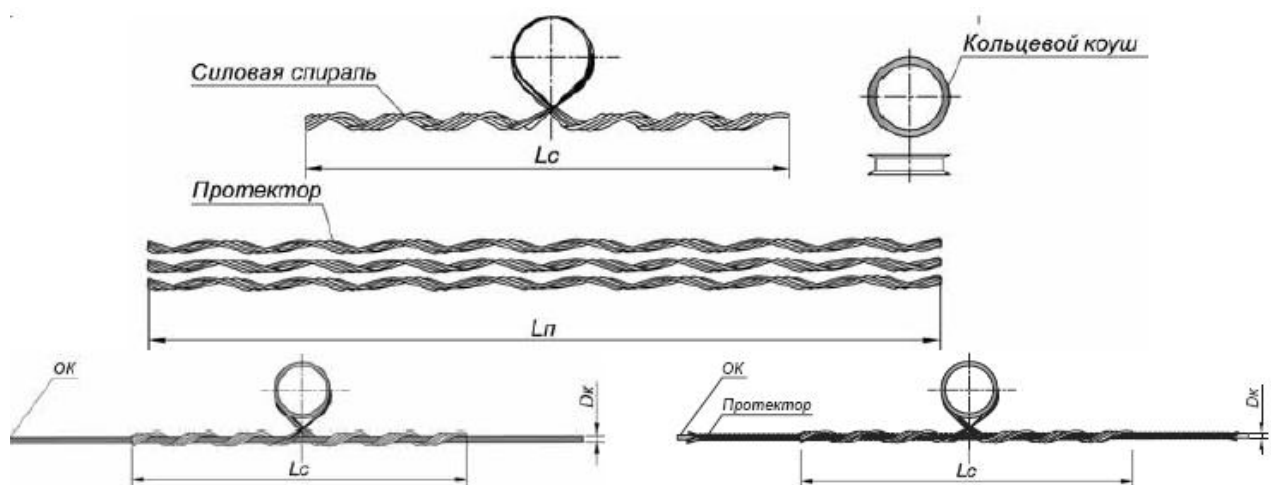


Рисунок 4.11.4 - Поддерживающий спиральный зажим с кольцевым коушем

4.11.4 Прочность заделки ОК в натяжных зажимах должна быть не менее 95 % прочности кабеля на разрыв.

4.11.5 Конструкция зажимов должна обеспечивать надежное крепление и сохранение оптических параметров оптического кабеля при воздействии 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 ветра, гололеда и сочетания гололеда с ветром.

4.11.6 Конструкция зажимов и материалы, из которых они изготовлены, должны выдерживать воздействие эоловой вибрации не менее  $10^8$  циклов.

4.11.7 Конструкция и качество изготовления натяжных и поддерживающих зажимов и протекторов для ОК должны быть такими, чтобы не приводить к возникновению коронного разряда при наведенном потенциале электрического поля до 25 кВ включительно.

4.11.8 При проектировании подвеса ОК должны применяться поддерживающие, натяжные зажимы и виброгасители, рекомендованные изготовителем ОК, которые прошли аттестационные испытания совместно с ОК и рекомендованы к применению на объектах электроэнергетики.

4.11.9 Сцепная арматура определяется проектировщиком из рядов арматуры по [17], в соответствии с применяемыми узлами крепления к опорам ВЛ, конструктивными особенностями зажимов и условиями монтажа. При подвесе ОКГТ, для замены дефектных изоляторов в натяжной изолирующей гирлянде, между изолятором и натяжным спиральным зажимом, рекомендуется устанавливать промежуточное монтажное звено типа ПТМ, монтажная проушина которого должна быть направлена вниз и находиться со стороны натяжного спирального зажима.

4.11.10 Рядность арматуры определяется ее механической прочностью. Ряд сцепной арматуры, выбранный проектировщиком для натяжного или поддерживающего крепления, определяется таким образом, чтобы расчетные усилия в арматуре не превышали значений разрушающих механических нагрузок арматуры. Для натяжных креплений определяющим является тяжение, а для поддерживающих – поперечная и весовая нагрузки, а также горизонтальная нагрузка в аварийном режиме.

4.11.11 Расчетные усилия в сцепной арматуре подвески не должны превышать значений разрушающих нагрузок деленных на коэффициент надежности по материалу  $\gamma_M$ . Коэффициент надежности по материалу следует принимать в соответствии с требованиями 2.5.101 [4] не менее:

- 1) для элементов сцепной арматуры в нормальном режиме при наибольших нагрузках -  $\gamma_M = 2,5$ ;
- 2) в аварийном режиме работы -  $\gamma_M = 1,8$ .

При подвесе ОК на ВЛ, проходящих в районах со среднегодовой температурой минус 10 °С и ниже, или в районах с низшей температурой минус 50 °С и ниже, в соответствии с 2.5.100 [4], расчетные усилия в арматуре умножаются на коэффициент условий работы  $\gamma_d = 1,4$ , для остальных ВЛ  $\gamma_d = 1,0$ .

4.11.12 Натяжные и поддерживающие зажимы, поставляемые производителем кабеля, сопрягаемые размеры которых не сочетаются с размерами сцепной арматуры по ГОСТ 11359, должны поставляться с переходными звеньями для обеспечения надежного соединения со сцепной арматурой подвески.

4.11.13 Линейная арматура для подвеса ОК должна также удовлетворять техническим требованиям [16], [17], [18].

#### **4.12 Требования к подвесным оптическим муфтам при подвесе ОК**

4.12.1 Подвесные оптические муфты предназначены для соединения между собой строительных длин ОК, а также оптического кабеля с кабелем ответвления и с кабелем ввода, прокладываемым по территории ПС, соединяющим основной линейный кабель с аппаратурой связи.

4.12.2 Минимальный объем требований, приведенный ниже, может быть дополнен специальными требованиями, определяемыми спецификой конкретного объекта.

4.12.3 Концевые и соединительные оптические муфты должны позволять производить монтаж и выкладку сростков оптических волокон с минимальным числом не менее числа оптических волокон в ОК.

4.12.4 Концевые и соединительные оптические муфты должны обеспечивать надежную защиту и эксплуатацию оптических волокон.

4.12.5 Для соединения строительных длин кабелей применяются муфты, рекомендованные производителем ОК.

4.12.6 Разработчик муфт должен предусмотреть решения по надежному креплению муфт к опорам ВЛ (кронштейны, комплекты крепления, защитные шкафы и т.п.). проектной организацией должны быть запроектированы решения по закреплению муфт на опорах ВЛ и выполнены их чертежи.

4.12.7 Конструкция муфт должна иметь детали для надежного крепления в ней армирующих элементов ОК.

4.12.8 Конструкция муфт должна позволять размещать дополнительные вводы для ОК ответвления, число которых определяется при конкретном рабочем проектировании ВОЛС-ВЛ в соответствии с требованием заказчика.

4.12.9 Конструкция муфт должна быть герметичной.



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

4.12.11 Конструкция муфт должна быть полностью адаптирована с конструкцией кабелей, для соединения которых она предназначена, и позволять производить ремонт кабелей в течение всего срока службы.

4.12.12 Конструкция муфт должна быть стойкой к коррозии, согласно ГОСТ 9.301.

4.12.13 Конструкция муфт и материалы, из которых она состоит, должна 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 45 °С;
- 3) циклическое воздействие температуры от минус 60 °С до плюс 70 °С;
- 4) воздействие дождя и соляного тумана;
- 5) воздействие гололеда.

4.12.14 Конструкция муфт должна выдерживать воздействия следующих механических нагрузок:

- 1) вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 1-100 Гц;
- 2) должна быть стойкой к динамической нагрузке (динамическому удару) под воздействием собственного веса при свободном падении с высоты не менее 10 м и повисания на ОК без удара о землю;
- 3) поражению из охотничьего ружья с расстояния 25 м дробью № 3 (допускается применение специального кожуха).

4.12.15 Заделка выходящих из муфты концов кабелей должна быть стойкой:

- 1) к растягивающей нагрузке, приложенной к кабелю, не менее 115 кг;
- 2) к изгибу, приложенному к кабелю на угол 90°;
- 3) к кручению, крутящий момент на угол 180° должен быть приложен к кабелю на расстоянии не более 2 м от заделки кабеля в муфте.

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

4.12.17 Изготовитель муфт может предложить дополнительные конструкции для укладки на опорах свободной длины технологического запаса ОК, предназначенного для опускания и перемонтажа муфт. Расположение муфт на опоре при любом способе крепления допускается только адаптерами вниз. Пример размещения муфты и запаса ОКСН на опоре приведен на рис. 4.12.1 настоящих Правил.

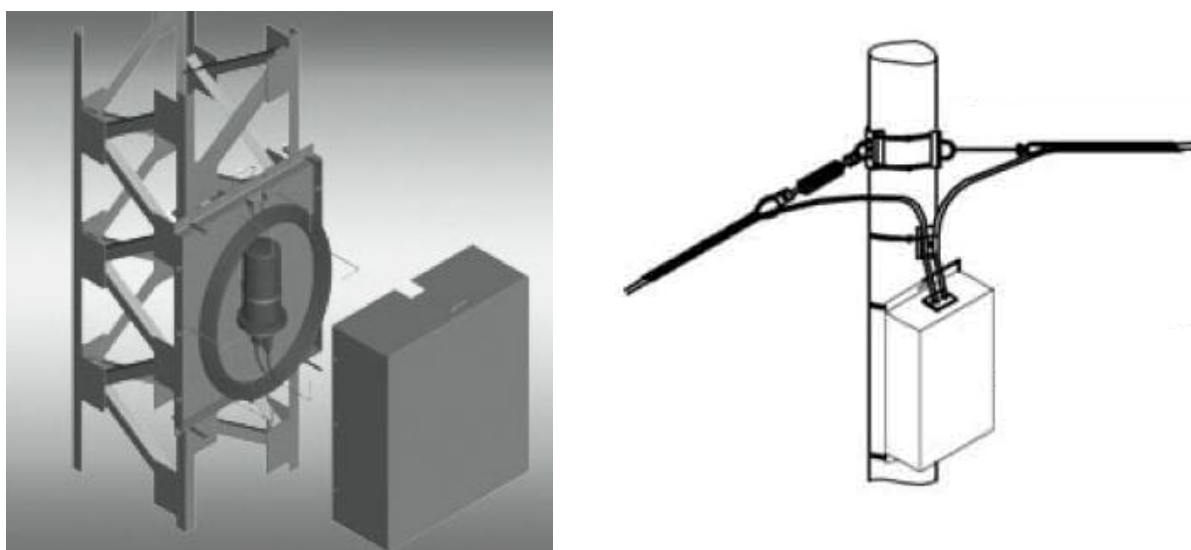


Рисунок 4.12.1 Шкаф ШРМ с запасом ОКСН и муфтой МТОК на решетчатой опоре ЛЭП (слева) и шкаф ШРМ с муфтой на бетонной опоре ЛЭП (справа)

4.12.18 В случае отсутствия дополнительных устройств для укладки на опорах свободной длины технологического запаса ОК, проектной организацией должны быть разработаны решения и чертежи конструкции для укладки технологического запаса ОК.

4.12.19 Технология монтажа муфт должна быть приведена в инструкции по монтажу. Изготовители кабеля и муфт несут полную ответственность за технологию монтажа и должны рекомендовать инструмент и оборудование для монтажа муфты.

4.12.20 Методы испытаний и технические требования к подвесным оптическим муфтам, предназначенным для организации ВОЛС-ВЛ на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше рассмотрены в [19], [20] и [21].

## **4.13 Требования к проектированию подвеса ОКГТ**

### **4.13.1 Общие положения**

4.13.1.1 Проектирование подвеса ОКГТ на вновь строящихся и действующих ВЛ осуществляется на тросостойке опоры на предусмотренном

узле крепления взамен ГТ. Допускается, с соблюдением настоящих Правил на вновь строящихся и действующих ВЛ, подвес ОКГТ в межфазном пространстве в пролетах пересечения ВОЛС-ВЛ с другими ВЛ при невозможности соблюдения допустимых расстояний до элементов пересекаемой ВЛ, а также на действующих ВЛ с существующим ОКГТ, подвешенном на штатном месте на тросостойке, и невозможности объединения ОВ в одной кабеле. При необходимости, расчет грозоупорности ВЛ для обоснования подвеса ОКГТ в межфазном пространстве и сохранения существующего ОКГТ, выполняется в соответствии с [22].

4.13.1.2 На действующих ВЛ с отсутствующим ГТ и участках ВЛ с опорами, имеющими один узел крепления для ГТ, при необходимости подвеса двух ОКГТ или ОКГТ и ГТ, для обеспечения их термической стойкости допускается подвес ОКГТ в межфазном пространстве с соблюдением настоящих Правил.

4.13.1.3 При проектировании подвеса ОКГТ на вновь строящихся и действующих ВЛ должны быть выполнены следующие расчеты:

- 1) расчет термического воздействия тока КЗ на ОКГТ;
- 2) механический расчет ОКГТ;
- 3) расчет механической прочности опор, фундаментов или закреплений в грунте для действующих ВЛ в случае увеличения тяжений, диаметра и веса ОКГТ по сравнению с ранее подвешенным ГТ; для вновь строящихся ВЛ расчет механической прочности опор, фундаментов или закреплений в грунте с учетом подвеса ОКГТ;
- 4) расчеты на соблюдение допустимых наименьших расстояний между ОКГТ и фазными проводами по условию обеспечения защиты ВЛ от прямых ударов грозовых разрядов в фазные провода;
- 5) расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами при различных климатических условиях;
- 6) расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между эллипсом пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов;
- 7) расчет на соблюдение допустимых изоляционных расстояний от ОКГТ до фазных проводов пересекающих ВЛ.

4.13.1.4 Климатические условия по трассе, районы по частоте и интенсивности пляски, интенсивности грозовой деятельности при проведении расчетов по 4.13.1.3 настоящих Правил должны определяться в соответствии с 4.4 настоящих Правил.

4.13.1.5 Для ВЛ 35 кВ, в связи с режимом работы нейтрали, отсутствует термическое воздействия тока КЗ на ОКГТ, поэтому выполнение расчетов на термическое воздействие токов КЗ не требуется.

4.13.1.6 При подвесе ОКГТ в межфазном пространстве дополнительно должны быть выполнены расчеты на соблюдение допустимых изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами при ветре, гололеде и ветре с гололедом.

4.13.1.7 Проектирование подвеса ОКГТ на ВЛ 110 кВ и выше должно проводиться с заземлением ОКГТ на каждой опоре. По требованию Заказчика (либо эксплуатирующей организации) крепление ОКГТ может быть выполнено через изолятор и с заземлением через шунтирующий проводник. Возможно использование следующей схемы: в анкерном пролете на одной анкерной опоре с заземлением, на второй анкерной опоре и на всех промежуточных - с изолированным креплением ОКГТ и заземлением через искровые промежутки; при плавке гололеда на ВЛ - с изолированным креплением ОКГТ.

#### 4.13.2 Требования к проведению расчета термического воздействия тока КЗ на ОКГТ

4.13.2.1 Расчет термического воздействия тока КЗ на ОКГТ должен проводиться как при проектировании подвеса ОКГТ на вновь строящихся ВЛ 110 кВ и выше, так и на действующих, при проведении замены существующего (существующих) ГТ на ОКГТ в соответствии с требованиями [23].

4.13.2.2 Термическое воздействие должно определяться с учетом аperiodической составляющей тока согласно формуле:

$$B_{тер.расч.} = I_T^2 \cdot \left[ t_{откл} + T_a \cdot \left( 1 - e^{-\frac{2 \cdot t_{откл}}{T_a}} \right) \right], \quad (4.13.1 \text{ а})$$

где  $B_{тер.расч.}$  – расчетное значение интеграла Джоуля;

$t_{откл}$  – расчетная продолжительность КЗ, сек;

$I_T$  – действующее значение тока в ОКГТ;

$T_a$  – постоянная времени аperiodической составляющей тока.

В случае, когда  $t_{откл} \geq 3 \cdot T_a$  интеграл Джоуля ( $B_{тер.расч.}$ ) допустимо определять по формуле:

$$B_{тер.расч.} \approx I_T^2 \cdot (t_{откл} + T_a), \quad (4.13.1б)$$

4.13.2.3 Расчет термического воздействия тока КЗ должен быть выполнен по [23] с учетом 2.5.192, 2.5.196 [4]. В расчетах допускается не учитывать дальнейшее резервирование только при наличии УРОВ с обеих сторон

ВЛ (при одностороннем питании только со стороны источника электроэнергии).

4.13.2.4 Необходимый объем исходных данных для проведения расчетов формируется в зависимости от применяемого для расчетов программного обеспечения. В разделе № 8 методических указаний [23] приводится объем исходных данных, необходимых для расчета по указанной методике.

4.13.2.5 Расчетными видами повреждений являются однофазное и двухфазное КЗ на опору ВЛ (КЗ на землю).

4.13.2.6 Расчетными точками КЗ являются опоры на подходе к ПС, опоры на которых изменяется число и/или параметры ГТ и/или ОКГТ, а также опоры, находящиеся в зоне больших времен срабатывания устройств релейной защиты.

4.13.2.7 При условии отключения КЗ защитой с абсолютной селективностью, время срабатывания защиты принимается постоянным, определяемым быстродействием защиты, независимо от положения точки КЗ на ВЛ. При этом разброс собственного времени срабатывания защиты в зависимости от положения точки КЗ не оказывает существенного влияния на результаты расчета и может не учитываться.

4.13.2.8 При отсутствии на ВЛ защит с абсолютной селективностью или при учете возможности их отказа отключение КЗ выполняется действием защит с относительной селективностью: токовыми защитами нулевой последовательности или дистанционными защитами от КЗ на землю. В этом случае время срабатывания защиты определяется ступенью, которая оказывается чувствительной в заданной точке КЗ. Соответственно, расчетные точки КЗ должны быть заданы на границах зон, определяемых чувствительностью отдельных ступеней защиты в расчетном режиме прилегающей к ВЛ сети. Как правило, границы зон действия отдельных ступеней могут быть выявлены только в ходе многовариантных расчетов при перемещении точки КЗ вдоль ВЛ и проверке чувствительности ступеней защиты.

4.13.2.9 Максимальные токи в ГТ и/или ОКГТ проходят на ближайших пролетах от точки КЗ. Поэтому расчеты тока в ГТ и/или ОКГТ достаточно проводить только для одного пролета слева и справа от точки КЗ.

4.13.2.10 Исходные данные, которые требуются для проведения расчетов термического воздействия на ОКГТ, должны быть основаны на данных эксплуатации, паспортных и проектных данных по ВЛ, и данных по работе устройств РЗА. Для вновь строящихся объектов используются только проектные данные.

4.13.2.11 При наличии на ВЛ двух основных защит с абсолютной селективностью допускается не учитывать действие резервной ступенчатой

защиты от КЗ на землю. Учет времени действия УРОВ и АПВ в этом случае так же обязателен, как и при рассмотрении варианта отключения КЗ резервной защитой от КЗ на землю.

4.13.2.12 При наличии на ВЛ двукратного АПВ и расчете суммарного термического воздействия тока КЗ допускается не учитывать остывание ОКГТ во время возврата АПВ.

4.13.2.13 При реконструкции существующих ВЛ и/или при организации ВОЛС-ВЛ на существующих ВЛ, а также с целью уменьшения механических нагрузок от ОКГТ на вновь проектируемых ВЛ может оказаться целесообразным выявить участки с повышенным термическим воздействием тока КЗ на ОКГТ, что позволяет на остальных участках использовать ОКГТ с меньшим сечением. Как правило, наибольшее термическое воздействие оказывается на ОКГТ на подходах к ПС, но, не смотря на это, следует проверять термическое воздействие тока КЗ по всей длине ВЛ, т.к. не исключено, что из-за возрастания времени отключения КЗ при удалении от ПС максимальное воздействие оказывается вдали от ПС. Выявление подобных участков выполняется путем расчета термического воздействия при перемещении точки КЗ вдоль всей длины ВЛ, т.е. расчетными точками КЗ являются все опоры с заземленным ОКГТ. Как правило, необходимо выполнение многовариантных расчетов, предусматривающее использование ОКГТ различного сечения, диаметра и удельного сопротивления на различных участках ВЛ.

4.13.2.14 При выборе точки перехода от ОКГТ с большей термической стойкостью к ОКГТ с меньшей термической стойкостью следует учитывать скачок уровня термического воздействия в точке перехода. При попадании расчетной точки, в которой возможен переход от ОКГТ с одним сечением к другому, на промежуточную опору, местом соединения двух разных ОКГТ должна быть выбрана ближайшая анкерная опора по направлению от ПС.

4.13.2.15 В случае, когда из-за ограничения допустимых механических нагрузок на опоры невозможно увеличить диаметр ОКГТ для повышения его термической стойкости, должна быть рассмотрена возможность по снижению времени отключения тока КЗ. Окончательное решение по снижению времени срабатывания устройств РЗА принимается только по согласованию с уполномоченными организациями.

4.13.2.16 При расчете термического воздействия тока КЗ необходимо рассматривать следующие возможные события:

- 1) при наличии на ВЛ двух защит: основной с абсолютной селективностью и токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП) в качестве резервной – отказ основной РЗ и срабатывание резервной;
- 2) при наличии на ВЛ только ТЗНП, ее отказ и отключение КЗ защитами смежных элементов сети – дальнейшее резервирование;

- 3) неуспешное автоматическое повторное включение (АПВ) на повторное КЗ, число таких включений задается кратностью АПВ;
- 4) отказ выключателя с последующим действием устройства резервирования отказов выключателя (УРОВ) при его наличии;
- 5) отказ выключателя в условиях отсутствия УРОВ и ликвидация КЗ защитами смежных элементов.
- 6) неуспешное АПВ с последующим отказом выключателя и действием УРОВ.

На линиях с двухсторонним питанием для ТНЗП производится расчет тока в ГТ и ОКГТ с учетом каскадного отключения ПС.

4.13.2.17 Для вновь строящихся ВЛ все расчетные режимы, приведенные в п. 4.13.2.16, должны учитываться в обязательном порядке.

4.13.2.18 Для действующих ВЛ в обязательном порядке должны учитываться расчетные режимы № 1 - № 5 (п. 4.13.2.16). Возможность рассмотрения расчетного режима № 6 (п.4.13.2.16), для действующих ВЛ, должна согласовываться с Заказчиком, учитывая опыт эксплуатации ВЛ, и/или указываться в ТЗ на проектирование подвеса ОКГТ или ГТ взамен существующего ГТ.

### **4.13.3 Требования к проведению механического расчета ОКГТ**

4.13.3.1 Изготовитель должен предложить к поставке ОКГТ с гарантируемыми механическими и электрическими характеристиками в соответствии с требованиями к параметрам ОКГТ, сформированными на основании расчетов термического воздействия токов КЗ согласно п. 4.13.2 настоящих Правил и механической прочности промежуточных и анкерно-угловых опор.

4.13.3.2 Климатические условия для проведения механического расчета ОКГТ должны соответствовать требованиям 4.4 настоящих Правил.

4.13.3.3 Требования к методу механического расчета ОКГТ подробно рассмотрены в 4.5 настоящих Правил.

4.13.3.4 Механический расчет ОКГТ должен проводиться на расчетные нагрузки по методу допускаемых напряжений с учетом вытяжки кабеля, как при среднеэксплуатационной нагрузке, так и после воздействия максимальной внешней климатической нагрузки в соответствии с требованиями 4.4 настоящих Правил и при условии соблюдения допустимых нагрузок на оптическое волокно, которые определяются производителем кабеля.

4.13.3.5 Ограничения по использованию метода приведенного пролета для механического расчета анкерных секций ОКГТ приведены в 4.5.14-4.5.15 настоящих Правил.

4.13.3.6 Для механического расчета ОКГТ должны быть использованы модули упругости, представленные в соответствии с 4.5.8, 4.5.10 настоящих Правил.

4.13.3.7 Полученные в результате расчета по 4.3.13.4 настоящих Правил значения тяжений не должны превышать допустимых значений при максимальных и среднеэксплуатационных нагрузках, указанных изготовителем ОКГТ. Не допускается осуществлять учёт вытяжки ОКГТ при определении монтажных стрел провеса путем увеличения тяжений ОКГТ, выраженного в процентах относительно тяжений, определенных по конечному модулю упругости.

4.13.3.8 В случае проектирования подвеса ОКГТ в межфазном пространстве, расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами, а также до ОКСН при его наличии на ВЛ, при различных климатических условиях и пляске должны быть проведены в монтажном режиме и конечном (после вытяжки, как при среднеэксплуатационной нагрузке, так и после воздействия максимальной внешней нагрузки).

4.13.3.9 В случае не соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний при подвесе ОКГТ в соответствии с 4.13.4.2-4.13.4.7 настоящих Правил следует уточнить характеристики кабеля с изготовителем. Это связано с тем, что для соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний может потребоваться как изменение высот точек подвеса кабеля, так и увеличение его тяжения, что, в свою очередь, может привести к необходимости больших допустимых максимальных и/или среднеэксплуатационных тяжений и подбору других механических параметров кабеля.

#### **4.13.4 Проектирование подвеса ОКГТ на опорах ВЛ при наличии и отсутствии плавки гололеда**

4.13.4.1 При проектировании подвеса ОКГТ на тросостойке взамен ГТ, его расположение должно выбираться:

- 1) по условиям защиты ВЛ от грозových перенапряжений согласно 2.5.120 и 2.5.121 [4];
- 2) по условиям работы в пролете в соответствии с 2.5.87 - 2.5.96 [4], как для тросов, в различных климатических условиях;
- 3) по условиям соблюдения наименьших допустимых изоляционных расстояний между эллипсом пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов согласно п. 8 Таблицы 3 [14], как между проводами и тросами;



4) по условиям соблюдения наименьших допустимых изоляционных расстояний от ОКГТ с плавкой гололеда до шлейфов фазных проводов в соответствии с Таблицей 2.5.18 [4];

5) по условиям соблюдения наименьших допустимых изоляционных расстояний от ОКГТ и спусков с плавкой гололеда до заземленных частей опор в соответствии с Таблицей 2.5.17 [4];

6) по условиям соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний между эллипсом пляски ОКГТ с плавкой гололеда и эллипсами пляски фазных проводов согласно п. 9 Таблицы 3 [14], как между проводами разных фаз;

7) по условиям соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний от ОКГТ с плавкой гололеда до пересекаемых объектов в соответствии с требованиями 2.3 [24].

4.13.4.2 Подвес ОКГТ в межфазном пространстве допускается выполнять в отдельных случаях, при невозможности подвеса ОКГТ или ОКСН другим способом, с обязательным обоснованием и соблюдением всех требований действующих нормативных документов, его расположение должно удовлетворять следующим требованиям:

1) соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами, и/или ГТ, и/или существующими ОК, а также наименьших допустимых изоляционных расстояний между эллипсом пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов, и/или эллипсами пляски ГТ, и/или эллипсами пляски существующих ОК;

2) при выполнении спусков к муфтам, соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами должны соответствовать 2.5.125 [4].

4.13.4.3 При подвесе ОКГТ в межфазном пространстве выполнение 2.5.121 [4] по соблюдению расстояний по вертикали между тросом и проводом не требуется.

4.13.4.4 Проверку на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами и/или ГТ, и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) следует выполнять при следующих режимах:

1) расчетное ветровое давление при расчетном значении толщины стенки гололеда<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Температуру воздуха по пп.1, 5, 6, 7 для территории с высотными отметками местности до 1000 м над уровнем моря следует принимать равной минус 5 °С, при этом для районов со среднегодовой температурой минус 5 °С и ниже температуру воздуха при гололеде следует принимать равной минус 10 °С. Для горных районов с высотными отметками выше 1000 м и до 2000 м температуру следует принимать

- 2) расчетный ветер, гололед отсутствует<sup>2</sup>;
- 3) температура +15 °С; ветровое давление, равное 0,06 от номинального значения, но не менее 50 Па (режим грозových перенапряжений);
- 4) сниженные значения расчетного ветрового давления (половина, четверть, одна шестая и одна восьмая), гололед отсутствует;
- 5) сниженные значения расчетного ветрового давления (половина, одна шестая и одна восьмая) при расчетной толщине стенки гололеда<sup>3</sup>;
- 6) расчетные значения ветрового давления при сниженных значениях толщины стенки гололеда (половина, четверть, одна шестая и одна восьмая);
- 7) сниженные значения ветрового давления (половина, четверть, одна шестая и одна восьмая) при сниженных значениях толщины стенки гололеда (половина, четверть, одна шестая и одна восьмая) соответственно.

4.13.4.5 Климатические условия для выполнения расчетов 4.13.4.1-4.13.4.2, 4.13.4.4 настоящих Правил следует принимать в соответствии с 4.4 настоящих Правил.

4.13.4.6 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между ОКГТ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами ВЛ, на которых осуществляется подвес ОКГТ должны быть не менее, указанных в Таблице 2.5.17 [4], которые приведены в Таблице 4.13.1 настоящих Правил.

При невозможности соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами ВЛ рекомендуется применять изолирующие межфазные распорки, устанавливаемые в соответствии с проектом. Предпочтение должно отдаваться изолирующим межфазным распоркам с компенсирующими устройствами.

---

равной минус 10 °С, более 2000 м - минус 15 °С. В районах, где при гололеде наблюдается температура ниже минус 15 °С, ее следует принимать по фактическим данным.

<sup>2</sup> Температуру воздуха в режимах по пп.2, 4 следует принимать равной минус 5 °С, за исключением районов со среднегодовой температурой минус 5 °С и ниже, для которых ее следует принимать равной минус 10 °С.

<sup>3</sup> Сниженные значения ветрового давления при ветре с гололедом определяются путем умножения расчетного ветрового давления на указанные коэффициенты (половина, одна шестая и т.д.).

Таблица 4.13.1 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния (в свету) между ОКГТ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами в пролете

Расчетное условие	Изоляционные расстояния между ОКГТ и фазными проводами в пролете, см, при напряжении ВЛ, кВ								
	до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
Грозовые перенапряжения	20	35	40	100	130	180	260	320	Не нормируется
Рабочее напряжение	-	7	10	25	35	55	80	115	160

4.13.4.7 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски ОКГТ и фазных проводов должны быть не менее, указанных в Таблице 3 [14], которые приведены в таблице 4.13.2 настоящих Правил.

Таблица 4.13.2 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски проводов разных фаз, см

Наименование расчетных параметров	Значения параметра при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	500	750
Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски ОКГТ и фазных проводов, см	10	25	35	55	80	115	150

4.13.4.8 На вновь строящихся ВЛ при проверке расстояний между эллипсами пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов при расчете количество полуволин пляски выбирается в соответствии с нормативной документацией и требованиями Заказчика, основанными на опыте эксплуатации.

4.13.4.9 На действующих ВЛ при проверке расстояний между эллипсами пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ и/или ОКГТ, и/или эллипсами пляски ОКСН при расчете количество полуволин пляски выбирается равным количеству полуволин пляски, при котором соблюдаются допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски фазных проводов в соответствии с Таблицей 4.13.3 настоящих Правил.

Таблица 4.13.3 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски проводов разных фаз

Наименование расчетных параметров	Значения параметра при напряжении ВЛ, кВ						
	35	110	150	220	330	500	750
Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски проводов разных фаз, см	20	45	60	95	140	200	260

Например, если при одной полуволне между эллипсами пляски фазных проводов нарушены допустимые наименьшие изоляционные расстояния, то не следует проводить проверку соблюдения изоляционных расстояний между ОКГТ и фазным проводом при одной полуволне пляски. Если при двух полуволнах между эллипсами пляски фазных проводов соблюдаются допустимые наименьшие изоляционные расстояния в соответствии с Таблицей 4.13.3 настоящих Правил, то следует проводить проверку соблюдения изоляционных расстояний между ОКГТ и фазным проводом при двух полуволнах пляски.

4.13.4.10 При невозможности соблюдения требуемых наименьших изоляционных расстояний между эллипсами пляски необходимо предусматривать мероприятия по исключению или ограничению пляски, например, применение изолирующих распорок, применение устройств по ограничению пляски или увеличение до максимально допустимого предела тяжения ОКГТ, следствием которого является уменьшение стрелы провеса и, соответственно, размера эллипса пляски.

4.13.4.11 Проверка соблюдения расстояний от ОКГТ до фазных проводов по условию защиты от грозových перенапряжений и допустимых наименьших изоляционных расстояний от ОКГТ до фазных проводов должна быть выполнена по методу конечных элементов с учетом длины и веса поддерживающего крепления в каждом пролете. Применение метода приведенного пролета не допускается.

4.13.4.12 По результатам расчетов на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКГТ и фазными проводами, а также эллипсами пляски ОКГТ и эллипсами пляски фазных проводов должны быть выбраны наименьшие значения для каждого условия проверки, которые оформляются в табличном виде и приводятся в пояснительной записке.

Таблица должна содержать название ВОЛС-ВЛ, номера граничных опор пролета, название условия проверки (например, «по условию грозových перенапряжений» и т.д.), длины пролетов, значения наименьших расстояний по результатам расчета для каждого условия проверки, значения допустимых

наименьших изоляционных расстояний для каждого условия проверки. Все расчеты должны быть сохранены и предоставлены по требованию Заказчика.

4.13.4.13 При отсутствии плавки, и независимо от напряжения ВЛ, ОКГТ допускается заземлять по двум схемам: как правило, на каждой опоре или по Г-образной схеме. Сопротивление заземляющих устройств опор, на которых подвешен ОКГТ, должно соответствовать Таблице 2.5.19 [4].

4.13.4.14 На действующих ВЛ допускается увеличение сопротивлений заземляющих устройств опор при обеспечении термической стойкости ОКГТ.

4.13.4.15 Спуски ОКГТ (при подвесе второго ГТ, но без оптических волокон) к заземлению на опоре (см. рис. 4.13.1 настоящих Правил) должны иметь термическую устойчивость к токам КЗ не менее термической устойчивости подвешиваемых ОКГТ на ВЛ (или ее участках). Спуски к заземлению допускается выполнять проводами АС необходимой термической стойкости.

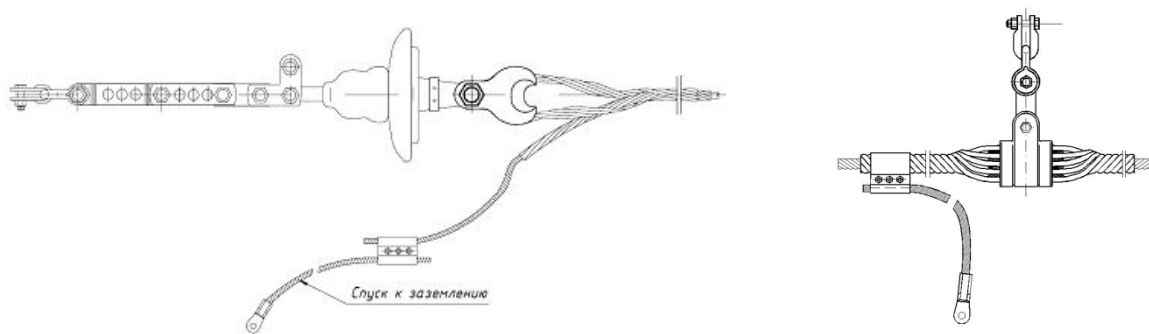


Рисунок 4.13.1 Спуск ОКГТ к заземлению на опоре для натяжного крепления (слева) и поддерживающего зажима типа Armor-Grip (справа)

4.13.4.16 При плавке гололеда на ОКГТ должно быть соблюдено условие стойкости оптических волокон по температурному режиму, которое должно удовлетворять условиям работы в режиме плавки гололеда и режиму протекания токов на этом участке. Допускаемая температура нагрева ОКГТ определяется производителем. Расчет режимов плавки гололеда на ОКГТ выполнять в соответствии с [23].

#### **4.13.5 Требования к креплению ОКГТ на опорах ВЛ при отсутствии плавки гололеда**

4.13.5.1 Крепление ОКГТ к опоре осуществляется, как правило, к существующим узлам крепления на тросостойке опоры. При необходимости подвеса второго ОКГТ и отсутствии дополнительных узлов крепления на опорах, необходимо разработать конструкции для крепления натяжного или поддерживающего крепления.

4.13.5.2 Разрабатываемые узлы крепления на опоре для натяжного и поддерживающего крепления ОКГТ должны обеспечивать безаварийную работу как самой ВОЛС, так и ВЛ, и быть рассчитаны на нагрузки, возникающие в процессе монтажа и эксплуатации. Также узлы крепления не

должны приводить к деформациям и повреждениям элементов опор, к которым они крепятся как в процессе монтажа, так и во время эксплуатации ВОЛС.

4.13.5.3 Крепление спусков ОКГТ может быть выполнено:

- 1) на решетчатых опорах - струбцинами или шлейфовыми зажимами (см. рис. 4.13.2 настоящих Правил);
- 2) на бетонных, многогранных и деревянных опорах - в шлейфовых зажимах (см. рис. 4.13.3 настоящих Правил), которые закрепляются ленточными хомутами к телу опоры, либо в струбцинах или шлейфовых зажимах, устанавливаемых на разрабатываемые конструкции.

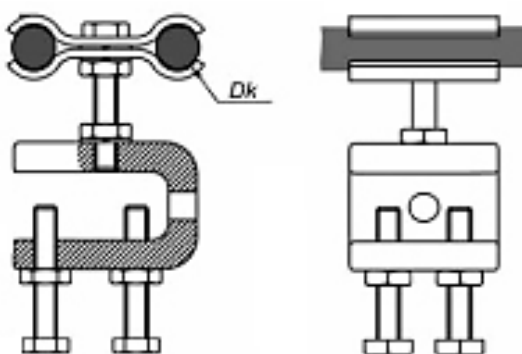


Рисунок 4.13.2 Зажим шлейфовый

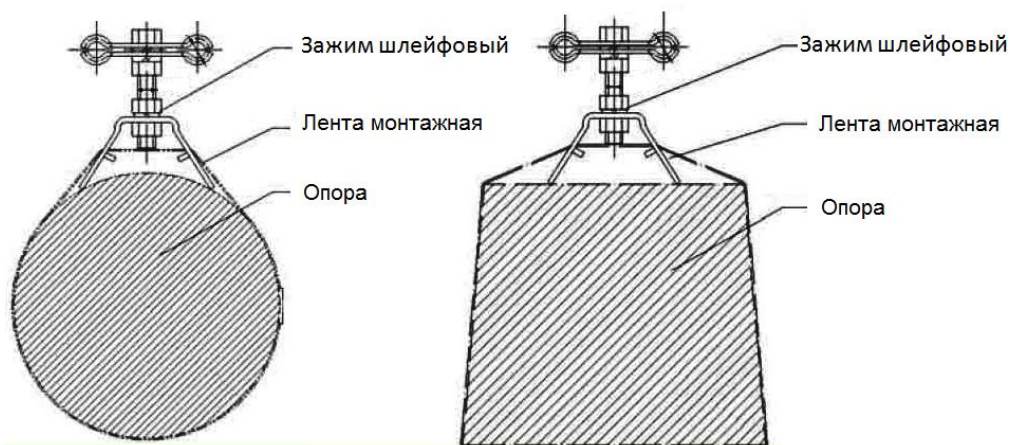


Рисунок 4.13.3 Зажим шлейфовый

4.13.5.4 Технологический запас ОКГТ может быть выполнен:

- 1) на решетчатых опорах (как наиболее простое и надежное решение) - раскладкой по одной из граней опоры;
- 2) на столбовых опорах - на разрабатываемой конструкции из металлопроката;

3) возможно расположение технологического запаса на специальных барабанах, разрабатываемых специализированными организациями (рис. 4.13.4 и рис. 4.13.5 настоящих Правил).

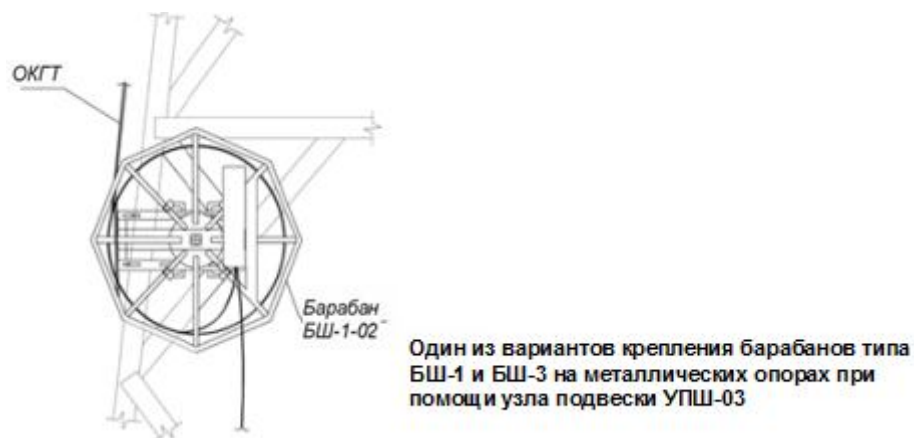


Рисунок 4.13.4 Схема крепления муфты МОПГ-М с барабанами БШ на решетчатых опорах ВЛ



Рисунок 4.13.5 Муфта МОПГ-М с барабанами БШ на опоре ВЛ

#### 4.13.6 Требования к креплению ОКГТ на опорах ВЛ с плавкой гололеда

4.13.6.1 При наличии на ВЛ плавки гололеда на ОКГТ, его крепление на всем протяжении плавки должно быть изолированным.

4.13.6.2 Натяжные и поддерживающие крепления ОКГТ на ВЛ с плавкой гололеда должны выполняться с применением изоляторов, количество которых при плавке переменным током зависит от напряжения, тока плавки, района по загрязнению и поправочного коэффициента использования длины пути утечки изолятора принятого типа в соответствии с п. 8 [24], а при плавке постоянным током учитывается дополнительный поправочный коэффициент согласно 8.2 [24].

4.13.6.3 Изоляторы в натяжных и поддерживающих креплениях ОКГТ на ВЛ с плавкой гололеда должны шунтироваться искровыми промежутками,

значения которых выбираются исходя из рабочего напряжения плавки, перенапряжений при включении схемы плавки, а также условия координации с гирляндой изоляторов как при импульсах, так и при промышленной частоте. Значения ИП для одного, двух и четырех изоляторов указанных в Таблице 8.4 [24], приведены в Таблице 4.13.4 настоящих Правил.

Таблица 4.13.4 Длины искровых промежутков

Напряжение плавки, кВ	Количество изоляторов, шт	Значение ИП, мм
3-20	1	60
35	2	100
110	4	150

4.13.6.4 При подвесе ОКГТ на ВЛ с плавкой гололеда ОКГТ, спуски ОКГТ и крепление технологического запаса и муфты должны быть изолированы от заземленных частей опоры.

4.13.6.5 При соединении в муфте строительных длин ОКГТ, крепление технологического запаса ОКГТ с плавкой гололеда рекомендуется выполнять на специальном барабане для хранения запаса кабеля, установленном на изоляторах. Пример применения такого барабана приведен на рис. 4.13.6 настоящих Правил.

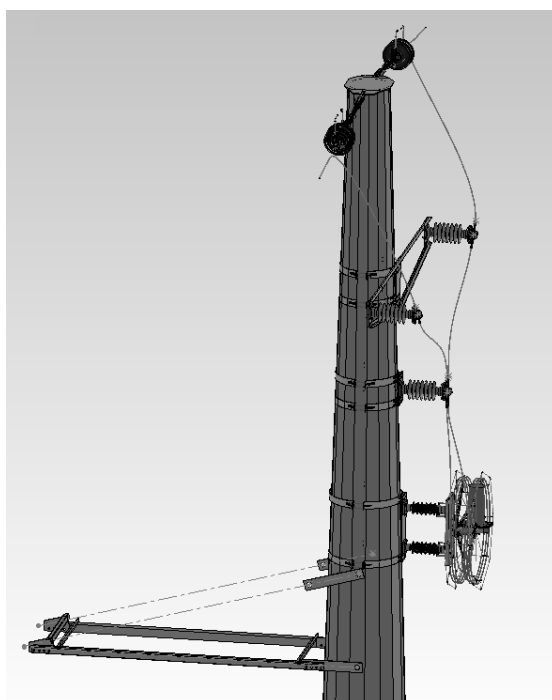


Рисунок 4.13.6 Схема изолированного крепления спусков и запаса ОКГТ на барабане БШ на многогранной опоре типа АМС-110-3Ф4



4.13.6.6 При необходимости выполнения заходов ВОЛС в узлы связи, отводы от муфт на ВЛ с плавкой гололеда на ОКГТ могут быть выполнены диэлектрическим кабелем. При этом требуется разработка специальных решений для выполнения изолированного крепления технологического запаса ОКГТ и муфты. Например, может быть разработана специальная рама для раскладки запаса ОКГТ, закрепляемая на изоляторах к опоре или portalу (рис. 4.13.7 настоящих Правил).

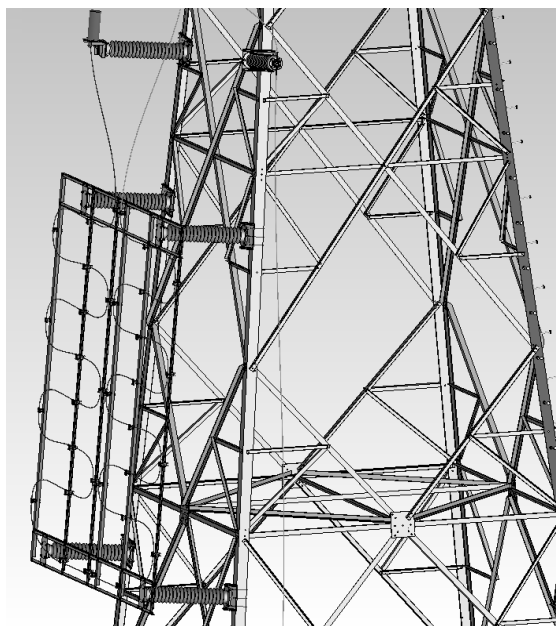


Рисунок 4.13.7 Схема изолированного крепления технологического запаса ОКГТ и муфты на опоре типа У2+5

### 4.13.7 Технические требования на поставку ОКГТ

4.13.7.1 Технические требования для каждого типа ОКГТ должны формироваться в соответствии с [19] на основании:

#### Для действующих ВЛ

1) Расчета уровней токов, которые могут протекать в кабелях ОКГТ (с предварительно заданными параметрами: диаметр, сопротивление постоянному току при 20 °С) в несимметричных режимах работы ВЛ при однофазных и двухфазных КЗ на землю, с учетом перемещения точки КЗ вдоль линии и с учетом перспективы развития энергосистемы.

2) определения уровня теплового воздействия максимального тока КЗ (однофазного или двухфазного) на землю в ОКГТ с учетом времени отключения линии релейной защитой, проводя множественные расчеты и перемещая точку КЗ вдоль линии;

3) анализа трассы прохождения ВОЛС, определения предельных пролетов (максимальные длины, максимальные перепады высот, геометрические параметры опор и их механическая прочность);

- 4) расчета допустимых стрел провеса ОКГТ при 15 °С в предельных пролетах с учетом его вытяжки для обеспечения грозозащиты ВЛ;
- 5) определения требования по стойкости к грозовому разряду в кулонах, который должен определяться районом прохождения ВЛ по грозовой деятельности и надежностью создаваемой ВОЛС;
- 6) определения числа волокон и формирования требований к оптическим параметрам ОКГТ;
- 7) определения максимально допустимого диаметра и веса ОКГТ с точки зрения соблюдения допустимых нагрузок на промежуточные опоры;
- 8) определения максимально допустимого тяжения для ОКГТ для соблюдения допустимых нагрузок на анкерные опоры.

Для вновь строящихся или реконструируемых ВЛ

Работы выполняются в выше приведенном объеме, что и для действующих ВЛ, за исключением пунктов 7), 8) и п. 4.13.7.1 настоящих Правил.

4.13.7.2 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 4.13.5 настоящих Правил), содержащей технические требования на несколько типов ОКГТ.

Таблица 4.13.5 Технические требования на ОКГТ и климатические условия

Параметры	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			

Окончание Таблицы 4.13.5

Параметры	ОКГТ № 1		ОКГТ № 2		ОКГТ № 3	
1	2		3		4	
Максимальный скоростной напор ветра <sup>1</sup> , кг/м <sup>2</sup> , (скорость ветра, м/с)						
Скоростной напор ветра при гололёде <sup>1</sup> , кг/м <sup>2</sup> , (скорость ветра, м/с)						
Температура при гололёде, °С						
Минимальная температура, °С						
Среднегодовая температура, °С						
Максимальная температура, °С						
Стрела провеса ОКГТ при +15 °С должна быть не более <sup>2</sup> : для пролётов (максимальный и средний), м						
<p><b>Примечание.</b> <sup>1</sup> Величины гололеда и скоростного напора ветра приведены к эффективной высоте подвеса ОКГТ над землей.  <sup>2</sup> Значение приведено в установившемся состоянии (после вытяжки).  Значения приведены для участка ВЛ с наибольшими величинами гололеда и скоростного напора ветра.</p>						

4.13.7.3 На основании технических требований изготовитель/поставщик ОКГТ в технико-коммерческом предложении должен представить параметры кабеля в соответствии с ниже приведенным перечнем:

- 1) число оптических волокон в кабеле (в соответствии с G.652 и G.655);
- 2) наружный диаметр кабеля, мм (чертеж конструкции кабеля);
- 3) вес кабеля, кг/км;
- 4) минимальная разрывная нагрузка, кг;
- 5) максимальная допустимая нагрузка, кг;
- 6) среднеэксплуатационная нагрузка, кг;
- 7) сечение стальных элементов, мм<sup>2</sup>;
- 8) сечение алюминиевых элементов, мм<sup>2</sup>;
- 9) общее сечение металлических элементов, мм<sup>2</sup>;
- 10) сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км;
- 11) термическое воздействие тока короткого замыкания, кА<sup>2</sup>с;
- 12) коэффициент термического линейного расширения, 1/°С;
- 13) модуль упругости (конечный), кг/мм<sup>2</sup>;

- 14) данные по вытяжке ОКГТ и рекомендации по их применению;
- 15) рабочий диапазон температур;
- 16) минимально допустимая температура при монтаже;
- 17) номинальная строительная длина, м;
- 18) таблица стрел провеса и тяжений для заданных выше климатических условий в начальном режиме и конечном режиме после реализации вытяжки.

4.13.7.4 На ОКГТ, предназначенный для применения на ВОЛС-ВЛ, изготовитель/поставщик кабеля должен предъявить действующее заключение аттестационной комиссии в электроэнергетике на соответствие требованиям отраслевой нормативно-технической документации.

### **4.13.8 Требования к расчёту строительных длин ОКГТ**

4.13.8.1 Строительные длины ОКГТ для организации ВОЛС определяются в соответствии с длинами пролетов, как правило, между анкерно-угловыми опорами. Следует стремиться к максимальной строительной длине с целью оптимизации числа соединительных муфт, если в пределах этой длины нет каких-либо искусственных или естественных пересечений. Максимальная строительная длина ОКГТ ограничивается изготовителем по условию применяемого им оборудования, массой и размерами транспортного барабана с ОКГТ и условиями транспортировки. Допускается для длинных анкерных секций размещать муфты на промежуточных опорах ВЛ при условии обеспечения механической прочности промежуточных опор на возникающую дополнительную разность тяжений при применении комбинированного (полуанкерного) крепления.

При расчете строительной длины должны быть учтены:

- 1) длины пролётов между натяжными креплениями ОКГТ с учётом их тяжений, стрел провеса и монтажного (начального) модуля упругости;
- 2) длины обводных шлейфов ОКГТ на анкерных опорах и в комбинированных креплениях;
- 3) длины спусков ОКГТ к муфтам и, при необходимости, длины ОКГТ, размещаемые на теле опор, при переходе между креплениями, расположенными на разных траверсах или ярусах опор;
- 4) технологический запас для возможности монтажа и перемонтажа муфт с использованием специализированного оборудования для сварки ОВ, размещаемого на земле без подъёма на опору;
- 5) возможность одновременного вывода пересекаемых объектов (ВЛ, ж/д, а/д и т.д.) и действующей ВЛ, на которой подвешивается ОК, для обеспечения строительства ВОЛС. Например, при наличии по трассе ВОЛС-

ВЛ смежных пролетов, в которых осуществляется пересечение с объектами (ВЛ, ж/д, а/д), имеющими ограничение по времени отключения (ВЛ, ж/д) или перекрытия (а/д), рекомендуется установка дополнительных муфт»;

б) трасса прохождения ВЛ с количеством и углами поворота анкерно-угловых опор.

4.13.8.2 Длины обводных шлейфов определяются между выходами из натяжных зажимов, размещённых на одной опоре или в одном комбинированном креплении, и рассчитываются в соответствии с геометрической конфигурацией схемы обвода шлейфа.

4.13.8.3 Длины ОКГТ, размещаемые на теле опор при переходе между креплениями, расположенные на разных траверсах или ярусах опоры, также определяются между выходами из натяжных зажимов, размещённых на одной опоре, и рассчитываются в соответствии с выбранной схемой прохождения ОКГТ по телу опоры.

4.13.8.4 Технологические спуски ОКГТ от мест крепления на опорах и порталах к муфтам должны включать в себя:

1) запас длины, необходимый для спуска (прохождения) ОКГТ от места крепления к опоре до места размещения муфты, рассчитываемый в соответствии с выбранной схемой прохождения ОКГТ по телу опоры;

2) технологический запас для обеспечения монтажа ОКГТ в муфте рассчитывается как сумма высоты подвеса муфты относительно уровня земли и длины ОКГТ не менее 20 м, предусматриваемой на случай невозможности подъезда спецтранспорта вплотную к опоре.

## **4.14 Требования к проектированию подвеса ОКФП**

### **4.14.1 Общие положения**

4.14.1.1 Подвес ОКФП на вновь строящихся и действующих ВЛ осуществляется в предусмотренном узле крепления взамен одного из фазных проводов ВЛ.

4.14.1.2 При проектировании подвеса ОКФП на вновь строящихся ВЛ следует руководствоваться в полном объеме указаниями главы 2.5 [4] в части требований к фазным проводам, а также главы 1.3 [4] в части проверки на длительные допустимые токи для неизолированных проводов, которые также должны выбираться на основании расчета электрических режимов прилегающей сети с перспективой 5-10 лет с учетом динамики изменения нагрузок, технических условий на технологическое присоединение. В общем случае, для вновь строящихся и действующих ВЛ выбирается ОКФП, который по своим геометрическим, электрическим и механическим параметрам должен быть аналогичен параметрам фазного провода, выбранного на основании указанных требований и расчетов для вновь строящихся ВЛ, а для действующих - выбранного на момент проектирования.

4.14.1.3 В отдельных случаях при реконструкции ВЛ, с целью увеличения пропускной способности ВЛ, ОКФП выбирается на основании требований и расчетов, указанных как для вновь строящихся ВЛ.

4.14.1.4 Отклонение сопротивления ОКФП допускается не более чем на 5 % по сравнению с сопротивлением остальных фазных проводов, выбранных к подвесу или подвешенных на той же ВЛ.

4.14.1.5 Для механических расчетов ОКФП должен применяться метод, описанный в 4.5 настоящих Правил.

4.14.1.6 При выполнении механических расчетов ОКФП должны быть учтены модули упругости кабеля, представленные в соответствии с 4.5.7, 4.5.10 настоящих Правил.

4.14.1.7 Для удобства эксплуатации и ремонта ОКФП, место его подвеса следует выбирать на нижней траверсе или траверсе, имеющей наибольшую длину.

4.14.1.8 При замене на действующей ВЛ фазного провода на ОКФП, диаметр и вес которого увеличивается по сравнению с диаметром и весом провода не более чем на 10 %, расчет механической прочности опор, фундаментов или закреплений в грунте допускается не проводить.

4.14.1.9 Расположение ОКФП на опоре и расстояния от него до других проводов и тросов ВЛ должно соответствовать требованиям 2.5.86-2.5.96 [4]. В том числе должны быть выполнены в полном объеме расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний: между проводами согласно 2.5.126 [4]; между проводами и элементами опор согласно 2.5.125 [4]; по условиям защиты от грозových перенапряжений согласно 2.5.120 и 2.5.121 [4]. Также должно быть обеспечено соблюдение наименьших допустимых изоляционных расстояний между эллипсами при пляске в соответствии с табл.3 [14].

4.14.1.10 При проектировании подвеса ОКФП как на существующих, так и на вновь проектируемых ВЛ, должны быть соблюдены требования 2.5.201-2.5.204 [4] при прохождении ВЛ или её части по ненаселённой и труднодоступной местности, в том числе, наименьшие изоляционные расстояния от ОКФП до земли должны соответствовать Таблице 2.5.20 [4]. При прохождении ВЛ по насаждениям наименьшее расстояние по горизонтали от ОКФП до крон деревьев должно соответствовать Таблице 2.5.21 [4].

4.14.1.11 При прохождении ВЛ или её части по населённой местности расстояния от ОКФП до земли должны проверяться в соответствии с требованиями 2.5.212 и 2.5.213 [4]. При прохождении ВЛ над или вблизи зданий или сооружений расстояния от ОКФП до них должны проверяться в соответствии с требованиями 2.5.215-2.5.218 [4]. Расстояния от ОКФП до поверхности земли, производственных зданий и сооружений должны быть не менее указанных в Таблице 2.5.22 [4].

4.14.1.12 Наименьшие изоляционные расстояния от ОКФП до пересекаемых инженерных сооружений и естественных препятствий должны быть обеспечены в соответствии с Таблицами 2.5.23-2.5.25 [4], 2.5.30 [4], 2.5.31 [4], 2.5.34-2.5.40 [4].

4.14.1.13 Должны быть соблюдены дополнительные требования по организации пересечения ВЛ с инженерными сооружениями и естественными препятствиями и конструкций крепления фазного провода в пролётах пересечения, указанные в 2.5.201-2.5.292 [4], и требования к выполнению подвеса ОК в местах пересечений проектируемой ВОЛС с другими ВЛ и объектами, приведенные в главе 4.7 настоящих Правил.

4.14.1.14 Защита от вибрации ОКФП должна быть выполнена в соответствии с 4.9 настоящих Правил.

4.14.1.15 Климатические условия по трассе, районы по частоте и интенсивности пляски, интенсивности грозовой деятельности при проведении расчетов по 4.14.1.1 – 4.14.1.12 настоящих Правил, а также по 4.14.2.1 – 4.14.2.6 настоящих Правил должны определяться в соответствии с главой 4.4 настоящих Правил.

#### **4.14.2 Требования к арматуре и муфтам при подвесе ОКФП**

4.14.2.1 Для соединения строительных длин ОКФП на промежуточных опорах должны применяться соединительные муфты, которые подвешиваются к нижней части изолирующего комбинированного (полуанкерного) поддерживающего крепления (см. рис. 4.14.1 настоящих Правил).

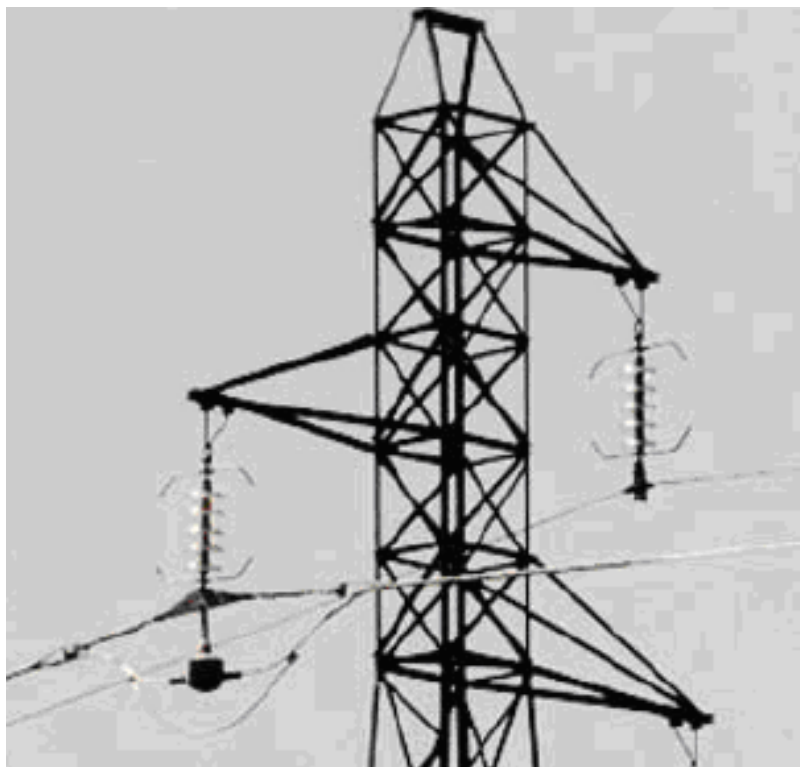


Рисунок 4.14.1- Соединительная муфта ОКФП на промежуточной опоре [25]

4.14.2.2 Для соединения строительных длин ОКФП на анкерно-угловых опорах должны применяться соединительные муфты, которые подвешиваются в шлейфе ОКФП. Общий вид такой муфты приведен на рис. 4.14.2 настоящих Правил.



Рисунок 4.14.2 - Соединительная муфта, подвешиваемая в шлейфе ОКФП на анкерной опоре

Также соединительные муфты ОКФП могут подвешиваться к поддерживающему креплению шлейфа ОКФП, как показано на рис. 4.14.3 настоящих Правил. Общий вид такой муфты представлен на рис. 4.14.4 настоящих Правил.



Рисунок 4.14.3 Соединительная муфта [25], готовая для монтажа ОКФП на анкерной опоре





Рисунок 4.14.4 Соединительная муфта, подвешиваемая на поддерживающем креплении

4.14.2.3 В местах установки соединительных муфт как в шлейфах анкерно-угловых опор, так и в шлейфах комбинированного (полуанкерного) поддерживающего крепления промежуточных опор при необходимости следует предусмотреть дополнительный шлейфовый обход АС проводом соответствующего сечения для обводки муфты с входящими ОКФП.

4.14.2.4 Поскольку соединительные подвесные муфты находятся под потенциалом фазного провода, должны быть соблюдены допустимые наименьшие изоляционные расстояния от муфты, шлейфа ОКФП и шлейфовых обводов АС проводом ОКФП с учетом веса и габаритных размеров муфт до тела опоры в соответствии с требованиями 2.5.125 [4] и Таблицы 2.5.17 [4].

4.14.2.5 Для соединения ОКФП с диэлектрическим кабелем для организации ответвления от ВОЛС-ВЛ должны применяться подвесные концевые муфты, состоящие из проходного изолятора, заполненного изолирующим компаундом, которые крепятся к анкерно-угловым опорам (см. рис. 4.14.5 настоящих Правил). От частей муфты с вводом ОКФП, а также шлейфовых обводов АС проводом ОКФП, должны быть соблюдены расстояния до тела опоры в соответствии с требованиями 2.5.125 [4] и Таблицы 2.5.17 [4]. При необходимости должны быть разработаны мероприятия по выполнению указанных требований.



Рисунок 4.14.5 Установка подвесной концевой муфты ОКФП [25]

4.14.2.6 Для соединения ОКФП с диэлектрическим кабелем, прокладываемым по территории ПС, должны применяться концевые опорные муфты, состоящие из проходного изолятора, заполненного изолирующим компаундом, и устанавливаемые рядом с порталными опорами на территории ПС. При этом должны быть соблюдены расстояния от частей муфты с вводом ОКФП, его спусков до тела порталной опоры в соответствии с требованиями 2.5.125 [4] и Таблицы 2.5.17 [4].

4.14.2.7 На рис. 4.14.6 настоящих Правил показана схема концевой муфты. Кабель ОКФП вводится в концевую муфту, в которой его оптические волокна сращиваются с оптическими волокнами диэлектрического кабеля. Далее диэлектрический кабель выводится через композитный проходной изолятор, заполненный изолирующим компаундом к заземленной части ВЛ. После этого диэлектрический кабель идет к оптическим кроссам, либо в обычную соединительную или разветвительную муфту ОК.

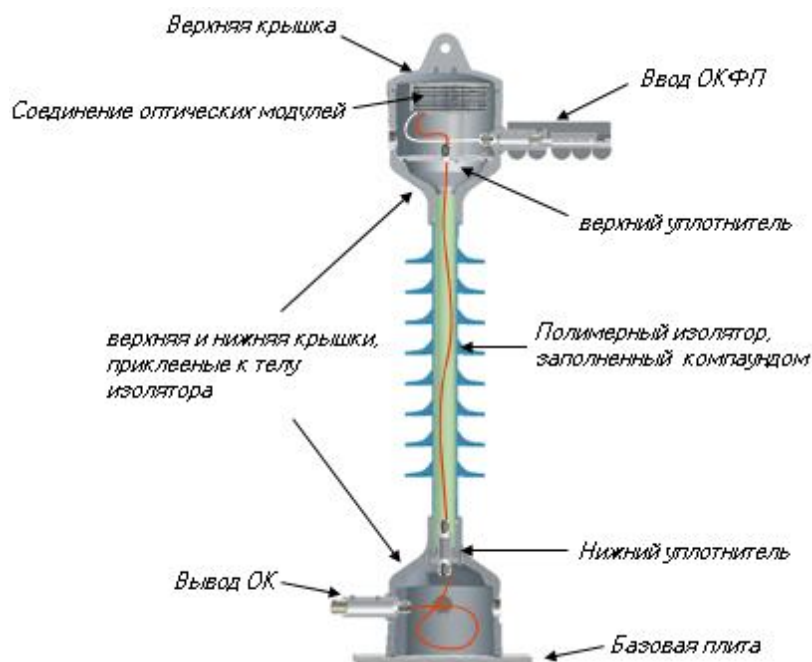


Рисунок 4.14.6 Схема концевой муфты (красным цветом показан диэлектрический кабель, белым – ОКФП)

4.14.2.8 При выполнении ответвления диэлектрического оптического кабеля от концевых муфт, оболочка ОК должна быть выбрана на основании расчетов по наведенному потенциалу электрического поля, в соответствии с 4.15.2 настоящих Правил, при необходимости должны быть предусмотрены мероприятия по его защите.

4.14.2.9 Для обеспечения выравнивания напряженности электрического поля на концевых муфтах ОКФП при необходимости защиты проходного изолятора должна применяться экранная арматура (см. рис. 4.14.7 настоящих Правил).

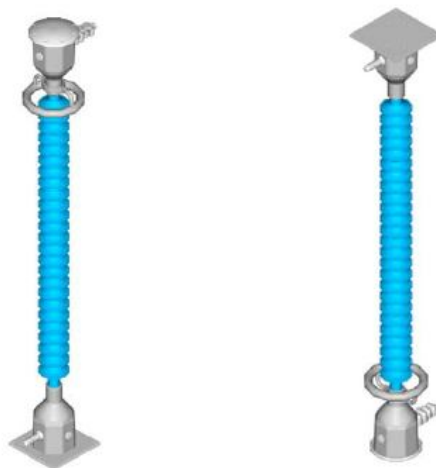
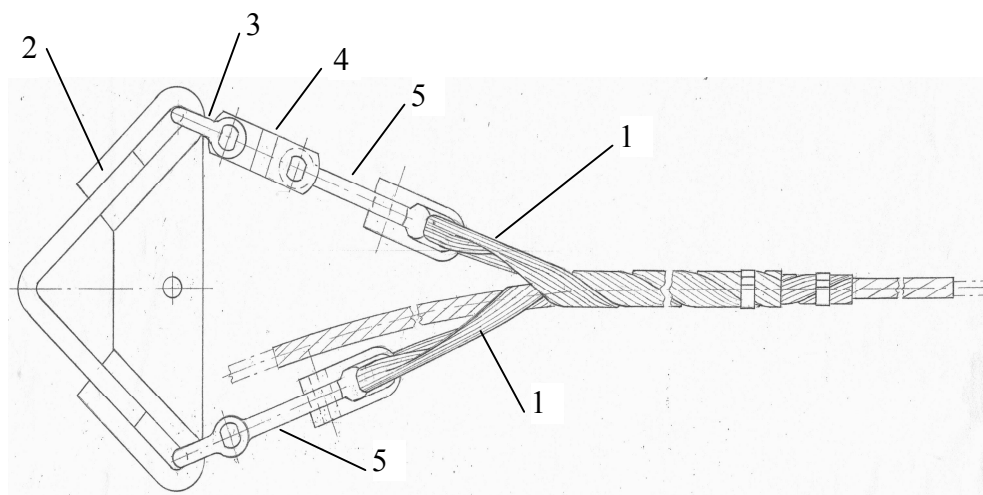


Рисунок 4.14.7 Опорная (слева) и подвесная (справа) концевые муфты [25] с экранной арматурой

4.14.2.10 Для натяжных и поддерживающих изолирующих креплений ОКФП должна применяться стандартная линейная арматура в соответствии с требованиями 2.5.97 – 2.5.103, 2.5.105, 2.5.108 [4] и удовлетворять техническим требованиям [16], [17], [18].

4.14.2.11 Для защиты ОКФП в процессе эксплуатации должны применяться спиральные натяжные и поддерживающие зажимы. Для натяжных креплений, в которых возникают большие усилия, должны применяться двойные спиральные зажимы (см. рис. 4.14.8 настоящих Правил).



- 1 – Натяжной зажим с двумя силовыми прядями;
- 2 – Коромысло универсальное;
- 3 – Скоба;
- 4 – Звено промежуточное трёхлапчатое;
- 5 – Звено промежуточное.

Рисунок 4.14.8 Двойной спиральный зажим

### 4.14.3 Технические требования на поставку ОКФП

4.14.3.1 Технические требования на поставку ОКФП должны формироваться на основании [20] и содержать следующую информацию:

- 1) класс напряжения ВЛ;
- 2) число и тип ОВ;
- 3) марка фазного провода, которому должен соответствовать ОКФП.

При необходимости должны быть представлены все характеристики фазного провода, которому должен соответствовать ОКФП.

4.14.3.2 Изготовитель/поставщик ОКФП должен предоставить следующие параметры ОКФП, сведенные в таблицу (Таблица 4.14.1 настоящих Правил).

Таблица 4.14.1 Технические параметры ОКФП, предоставляемые изготовителем/поставщиком

Параметры кабеля	Величина
Число оптических волокон в кабеле	
В соответствии с G.652	
В соответствии с G.655	
Наружный диаметр кабеля, мм (чертеж конструкции кабеля)	
Вес кабеля, кг/км	
Минимальная разрывная нагрузка, кг	
Максимальная допустимая растягивающая нагрузка, кг	
Среднеэксплуатационная нагрузка, кг	
Сечение стальных элементов, мм <sup>2</sup>	
Сечение алюминиевых элементов, мм <sup>2</sup>	
Общее сечение металлических элементов, мм <sup>2</sup>	
Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км	
Индуктивное сопротивление переменному току	
Коэффициент термического линейного расширения, 1/°С	
Модуль упругости (конечный), кг/мм <sup>2</sup>	
Модуль упругости монтажный (начальный), кг/мм <sup>2</sup> предпочтительно описанные полиномом 4-ой степени или данные для расчета монтажных стрел провеса	
Модуль упругости после вытяжки, кг/мм <sup>2</sup> предпочтительно описанные полиномом 4-ой степени или данные для расчета вытяжки	
Рабочий диапазон температур	
Максимальная строительная длина, м	

На ОКФП изготовитель/поставщик должен предъявить действующее заключение аттестационной комиссии в электроэнергетике на соответствие требованиям отраслевой нормативно-технической документации.

#### **4.14.4 Требования к расчету строительных длин ОКФП**

4.14.4.1 Строительные длины ОКФП для организации ВОЛС определяются в соответствии с расстановкой опор и длинами пролетов.

Следует стремиться к максимальной длине с целью оптимизации числа соединительных муфт. Поскольку диаметры ОКФП значительные, то его строительные длины ограничиваются изготовителем по условию применяемого им оборудования и условиями транспортировки (масса и размер транспортного барабана с ОКФП) так же, как и для фазных проводов. Поэтому технология монтажа ОКФП предусматривает размещение муфт на промежуточных опорах ВЛ при условии обеспечения механической прочности промежуточных опор на возникающую дополнительную разность тяжений при применении комбинированного (полуанкерного) крепления. При расчете строительной длины должны быть учтены:

- 1) длины пролётов между натяжными креплениями ОКФП с учётом их тяжений, стрел провеса и монтажного (начального) модуля упругости;
- 2) длины обводных шлейфов ОКФП на анкерных опорах и в комбинированных креплениях;
- 3) длины шлейфов ОКФП от мест крепления на анкерных опорах к изоляторам подвесных концевых муфт ОКФП, размещаемых на опорах;
- 4) спуски ОКФП от мест крепления на порталах к опорным изоляторам, размещаемых на ПС возле порталов концевых муфт ОКФП;
- 5) монтажный запас не менее 5 м с каждого конца монтируемой строительной длины.

4.14.4.2 Длины шлейфов и спусков определяются в соответствии с выбранными схемами прохождения шлейфов и спусков.

### **4.15 Требования к проектированию подвеса ОКСН**

#### **4.15.1 Общие положения**

4.15.1.1 Оптический кабель типа ОКСН может подвешиваться как выше фазных проводов, так и между фазами или ниже фазных проводов и является дополнительным и самостоятельным элементом ВЛ.

4.15.1.2 Подвес ОКСН на действующих и вновь строящихся ВЛ осуществляется, как правило, при невозможности организации ВОЛС с использованием ОКГТ. В ряде случаев организация ВОЛС на действующих ВЛ

путем подвеса ОКСН определяется возможностью его подвеса без отключения ВЛ на период монтажа кабеля.

4.15.1.3 В увлажненном и загрязненном состоянии по поверхности ОКСН протекают токи утечки, величина которых зависит от наведенного потенциала электрического поля. Соответственно, величина тока утечки будет зависеть как от степени загрязнения и увлажнения, так и от величины наведенного потенциала, который будет возрастать при приближении к фазному проводу. При сильном увлажнении и загрязнении поверхности ОКСН поверхностное сопротивление оболочки кабеля будет стремиться к нулю. Поэтому, во избежание перекрытия фазного провода через ОКСН на землю, при проведении расчетов на сближение ОКСН с фазными проводами ОКСН следует рассматривать как проводник с потенциалом земли.

4.15.1.4 С целью исключения возникновения перекрытий с фазного провода на металлический зажим кабеля ОКСН при грозовых перенапряжениях, а также при проведении работ с кабелем ОКСН без отключения ВЛ, точки его креплений на опоре должны быть выбраны таким образом, чтобы при монтаже ОКСН соблюдались наименьшие расстояния на опоре до фазных проводов в соответствии с Таблицей 4.15.1.

Таблица 4.15.1 Наименьшее расстояние на опоре между ОКСН и фазными проводами

Напряжение ВЛ, кВ	Наименьшее изоляционное расстояние, см
35	60
110	100
150	150
220	200
330	250

4.15.1.5 В случае невозможности обеспечения указанных в Таблице 4.15.1 расстояний, работы по монтажу, ремонту ОКСН должны проводиться с отключением ВЛ, что должно быть указано в проектной документации.

4.15.1.6 Для принятия решения об экономической целесообразности организации связи посредством подвеса на ВЛ кабеля типа ОКСН необходимо определить прочностные параметры опор и возможность его подвеса без их существенной реконструкции, объем дополнительных работ по созданию узлов для его подвеса и определить параметры ОКСН под конкретные условия подвеса на ВЛ.

4.15.1.7 При выполнении проекта подвеса ОКСН должны быть выполнены следующие расчеты:

- 1) расчет потенциала электрического поля;
- 2) расчет габаритных расстояний до поверхности земли при наибольшей стреле провеса независимо от напряжения ВЛ и вида местности;
- 3) механический расчет кабеля;
- 4) расчет механической прочности опор и их закреплений в грунте с учетом дополнительной нагрузки, возникающей при подвесе ОКСН;
- 5) расчеты на сближение ОКСН с фазными проводами в пролете при различных климатических условиях;
- 6) расчеты на сближение эллипсов пляски ОКСН и эллипсов пляски фазных проводов;
- 7) расчет расстояний от ОКСН до грозозащитных тросов или фазных проводов в местах пересечения проектируемой ВОЛС-ВЛ с другими ВЛ;
- 8) в особых случаях, таких как в пролетах с транспозицией фазных проводов, при переходах фазных проводов ВЛ в пролете на противоположные траверсы опор, при подвесе ОКСН на ВЛ 35 кВ, особенностью которых являются малые габариты опор, точки подвеса и тяжения на анкерном участке кабеля ОКСН должны быть подобраны индивидуально для каждой опоры таким образом, чтобы обеспечить требуемые изоляционные расстояния между ОКСН и фазными проводами, а также исключить прямые контакты с ГТ и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) во всех климатических режимах.

4.15.1.8 Климатические условия по трассе, районы по частоте и интенсивности пляски, интенсивности грозовой деятельности при проведении расчетов по 4.15.1.7 настоящих Правил должны определяться в соответствии с 4.4 настоящих Правил.

#### **4.15.2 Требования к проведению расчета потенциала электрического поля при выборе ОКСН**

4.15.2.1 Расчет наведенного потенциала электрического поля должен проводиться в соответствии с 2.5.194 [4], а также с учетом: геометрических размеров опор, класса напряжения ВЛ, марки фазных проводов и тросов, расположения фаз проводов на опоре, конструкции металлического зажима и протектора кабеля.

4.15.2.2 Обязательными исходными данными для проведения расчетов являются:

- 1) геометрия расположения фаз и грозозащитных тросов на опоре;

- 2) диаметр, количество проводов и расстояние между проводами в фазе (в случае расщепленной фазы);
- 3) класс напряжения ВЛ;
- 4) рельеф местности или уровень фазных проводов и ОКСН относительно земли.

4.15.2.3 При наличии на ВЛ опор с транспозицией фаз, расчеты должны быть проведены для всех имеющихся вариантов расположения фазных проводов на опорах.

4.15.2.4 Для каждого варианта расположения фазных проводов расчет должен проводиться как для каждого типа анкерных, так и для промежуточных опор.

4.15.2.5 Количество требуемых расчетных плоскостей для одной и той же опоры определяется расположением ОКСН, а также наличием пересечений с другими ВЛ, отпаяк фазных проводов, ответвлений ОКСН.

4.15.2.6 При отсутствии пересечений с другими ВЛ, отпаяк фазных проводов, ответвлений ОКСН и для анкерных, и для промежуточных опор, как правило, достаточно провести расчет в вертикальной плоскости, перпендикулярной фазным проводам. Удаленность расчетной плоскости от тела опоры выбирается равной длине протектора натяжного/поддерживающего зажима. Допускается, ввиду удаленности, не учитывать тело опоры.

4.15.2.7 В случае если на анкерной опоре сделана отпайка фазных проводов, осуществляется переход ОКСН на опору соседней ВЛ или выполняется ответвление ОКСН от основной линии связи, необходимо провести расчеты в дополнительных плоскостях, располагающихся таким образом, чтобы учесть все зоны с повышенным потенциалом. Как пример, дополнительную расчетную плоскость можно расположить перпендикулярно поперечной оси опоры, что позволит определить зону повышенного потенциала рядом со шлейфом фазного провода. При проведении подобных расчетов необходимо учитывать тело опоры.

4.15.2.8 Расчеты обязательно проводятся в местах пересечения ВОЛС-ВЛ с линиями как своего, так и более высокого класса напряжения. Количество и расположение расчетных плоскостей диктуется условиями пересечения. Как минимум, требуется провести расчеты в месте пересечения в горизонтальной плоскости. Горизонтальная плоскость должна располагаться на уровне ОКСН в точке наиболее близкой к фазным проводам пересекающей/пересекаемой ВЛ.

4.15.2.9 При отсутствии информации о расположении фазных проводов на пересекающей ВЛ необходимо проводить расчеты для различных сочетаний расположения фаз с последующим выбором максимального значения потенциала в точке расположения ОКСН.



4.15.2.10 Результаты расчета должны быть представлены в виде рисунков с отображением эквипотенциальных линий наведенного потенциала электрического поля и с указанием уровней значений потенциала. Для наглядности на рисунках желательно выделять отдельным шрифтом предельные значения потенциала электрического поля.

4.15.2.11 Опираясь на результаты расчета наведенного потенциала электрического поля, при выборе точки крепления ОКСН на опоре необходимо стремиться к минимальным значениям потенциала. Следует учитывать, что не во всех случаях минимальное значение наведенного потенциала электрического поля сочетается с возможностью закрепления ОКСН на опоре.

4.15.2.12 Для расчета наведенного потенциала электрического поля следует использовать интегральные методы расчета электростатических полей, в частности, рекомендуется применять метод эквивалентных зарядов.

### **4.15.3 Требования к проведению механического расчета ОКСН**

4.15.3.1 Конструкция кабеля должна быть оптимизирована под условия подвеса на конкретной ВЛ.

4.15.3.2 Климатические условия для проведения механического расчета должны соответствовать требованиям 4.4 настоящих Правил.

4.15.3.3 Требования к методу механического расчета ОК подробно рассмотрены в 4.5 настоящих Правил.

4.15.3.4 Механический расчет ОКСН должен проводиться на расчетные нагрузки по методу допускаемых напряжений с учетом вытяжки кабеля как при среднеэксплуатационной нагрузке, так и после воздействия максимальной внешней климатической нагрузки в соответствии с требованиями 4.4 настоящих Правил и соблюдением допустимых нагрузок на оптическое волокно, которые определяются производителем кабеля.

4.15.3.5 Механический расчет кабеля выполняется с учетом модулей упругости в соответствии с 4.5.9 настоящих Правил таким образом, чтобы в конкретных условиях подвеса кабеля соблюдались расстояния до поверхности земли не менее 5,0 м независимо от напряжения ВЛ и типа местности, и до фазных проводов в различных климатических режимах в соответствии с 4.4 настоящих Правил.

4.15.3.6 Ограничения по использованию метода приведенного пролета для механического расчета анкерных секций ОКСН приведены в 4.5.14-4.5.15 настоящих Правил.

4.15.3.7 Полученные в результате расчета по п. 4.5.13.4 значения тяжений не должны превышать допустимых значений при максимальных и среднеэксплуатационных нагрузках, указанных производителем ОКСН.

Определение монтажных тяжений и стрел провеса методом «перетяжки» не допускается.

4.15.3.8 По результатам расчетов на сближение ОКСН с фазными проводами, ГТ и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) при различных климатических условиях и пляске характеристики кабеля могут быть уточнены. Это связано с тем, что при подвесе ОКСН может потребоваться как изменение высот точек подвеса, так и увеличение тяжения или изменение высот подвеса и увеличение тяжения, что может привести к необходимости больших допустимых максимальных и/или среднеэксплуатационных тяжений и подбору других механических параметров кабеля.

#### **4.15.4 Требования к проведению расчетов на сближение при воздействии климатических условий и при возникновении пляски**

4.15.4.1 В связи с тем, что подвес ОКСН на ВЛ осуществляется, как правило, в межфазном пространстве, его тяжения и точки подвеса, с учетом 4.15.1.3 настоящих Правил, должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить требуемые изоляционные расстояния между ОКСН и фазными проводами, а также, во избежание схлестывания или навивки, необходимо исключить прямые контакты с ГТ и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) при воздействии ветровых и гололедных нагрузок или их сочетаний, и при возникновении пляски.

4.15.4.2 В связи с тем, что ОКСН имеет значительно меньший вес и его кривая провисания в различных климатических режимах существенно отличается от фазных проводов, необходимо проводить проверку на соблюдение допустимых изоляционных расстояний при сближении ОКСН с фазными проводами и/или ГТ, и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) в режимах, рассмотренных в пунктах 1-7 и п. 4.13.4.4 настоящих Правил.

4.15.4.3 Расчеты на сближения между кабелем ОКСН и фазными проводами, ГТ и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) должны выполняться на климатические условия в соответствии с 4.4 настоящих Правил.

4.15.4.4 Проверка соблюдения расстояний от ОКСН до фазных проводов по условию защиты от грозových перенапряжений и допустимых наименьших изоляционных расстояний до фазных проводов должна быть выполнена по методу конечных элементов с учетом длины и веса поддерживающего крепления в каждом пролете. Применение метода приведенного пролета не допускается.

4.15.4.5 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между кабелем ОКСН и фазными проводами ВЛ, на которых осуществляется подвес

ОКСН, должны быть не менее, указанных в Таблице 2.5.17 [4], которые приведены в Таблице 4.13.1 настоящих Правил.

Изоляционные расстояния для климатического режима по 4.15.4.2 п. 3 должны быть не менее приведенных в Таблице 4.13.1 настоящих Правил для расчетного условия «Грозовые перенапряжения».

Изоляционные расстояния для климатических режимов по 4.15.4.2 п. п. 1, 2, 4, 5, 6, 7 должны быть не менее приведенных в Таблице 4.13.1 настоящих Правил для расчетного условия «Рабочее напряжение».

4.15.4.6 Допустимые наименьшие изоляционные расстояния между эллипсами пляски ОКСН и эллипсами пляски фазных проводов должны быть не менее расстояний, указанных в Таблице 3 [3] и приведенных в Таблице 4.13.2 настоящих Правил.

4.15.4.7 На вновь строящихся ВЛ при проверке расстояний между эллипсами пляски ОКСН и эллипсами пляски фазных проводов при расчете количество полувольт пляски выбирается в соответствии с нормативной документацией и требованиями заказчика, основанными на опыте эксплуатации.

4.15.4.8 На действующих ВЛ при проверке расстояний между эллипсами пляски ОКСН и эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ и/или ОКГТ, и/или эллипсами пляски ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) при расчете количество полувольт пляски выбирается в соответствии с 4.13.4.9 настоящих Правил.

4.15.4.9 При невозможности соблюдения требуемых изоляционных расстояний между эллипсами пляски необходимо предусматривать мероприятия по исключению или ограничению пляски, например, применение изолирующих распорок, применение устройств по ограничению пляски или увеличение до максимально допустимого предела тяжения ОКСН, следствием которого является уменьшение стрелы провеса и, соответственно, размера эллипса пляски.

#### **4.15.5 Выбор места подвеса и требования к креплению ОКСН на опорах**

4.15.5.1 Место крепления ОКСН на опоре с учетом его вытяжки в процессе эксплуатации определяется исходя из условий:

1) стойкости оболочки к воздействию электрического поля согласно 4.15.2 настоящих Правил;

2) обеспечения наименьшего расстояния до поверхности земли не менее 5 м при наибольшей стреле провеса независимо от напряжения ВЛ и вида местности;

3) обеспечения требуемых изоляционных расстояний в пролете между кабелем ОКСН и фазными проводами, а также, во избежание

схлестывания или навивки, исключения прямых контактов с ГТ и/или ОКГТ, и/или ОКСН (в случае подвеса на ВЛ более одного ОКСН) при воздействии ветровых и гололедных нагрузок или их сочетаний и при возникновении пляски согласно 4.15.4 настоящих Правил;

4) соблюдения требований техники безопасности и изоляционных расстояний до токоведущих частей при подъеме на опору в соответствии с Таблицей 4.15.1 настоящих Правил, в случае подвеса ОКСН под напряжением;

5) обеспечения изоляционных расстояний до фазных проводов, и/или ГТ, и/или ОКГТ, и/или ОКСН пересекаемой ВЛ в соответствии с требованиями 4.7 настоящих Правил при подвесе ОКСН в пролетах пересечений.

4.15.5.2 Крепление ОКСН к опоре осуществляется в соответствии с выбранными точками подвеса согласно 4.15.5.1 настоящих Правил. Крепление может осуществляться как к существующим узлам крепления на опорах, например, на траверсах, так и на вновь разрабатываемых узлах.

4.15.5.3 Разрабатываемые (рис. 4.15.1) и применяемые узлы крепления на опоре для натяжного и поддерживающего крепления ОКСН должны обеспечивать безаварийную работу ВОЛС и быть рассчитаны на нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации: для действующих ВЛ в соответствии с требованиями ПУЭ на момент проектирования ВЛ; для вновь строящихся ВЛ в соответствии с требованиями [4].

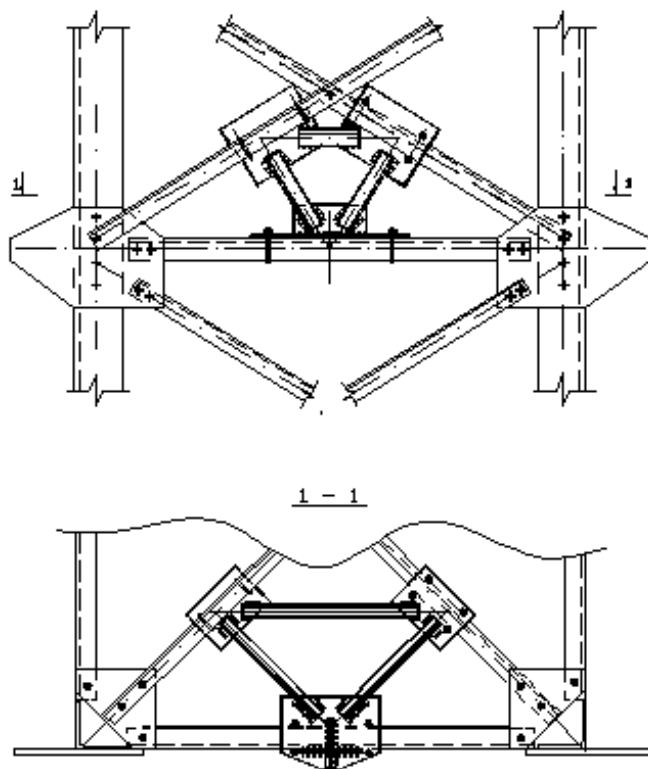


Рисунок 4.15.1 Схема узла для натяжного крепления на решетчатой опоре

4.15.5.4 Вновь устанавливаемые узлы крепления не должны приводить к деформациям и повреждениям элементов опор, к которым они крепятся как в процессе монтажа, так и во время эксплуатации ВОЛС.

4.15.5.5 Рекомендуется применение узлов и элементов крепления для подвеса ОКСН, разработанных и поставляемых специализированными организациями (рис. 4.15.2 настоящих Правил).

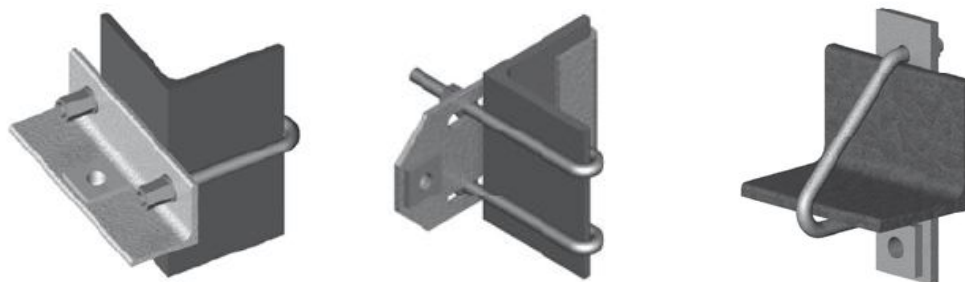


Рисунок 4.15.2 Узлы крепления для монтажа ОК, поставляемые специализированными предприятиями

4.15.5.6 Крепление спусков ОКСН на решетчатых опорах осуществляется при помощи струбцин или шлейфовых зажимов (см. рис. 4.13.2, рис. 4.15.3 настоящих Правил).

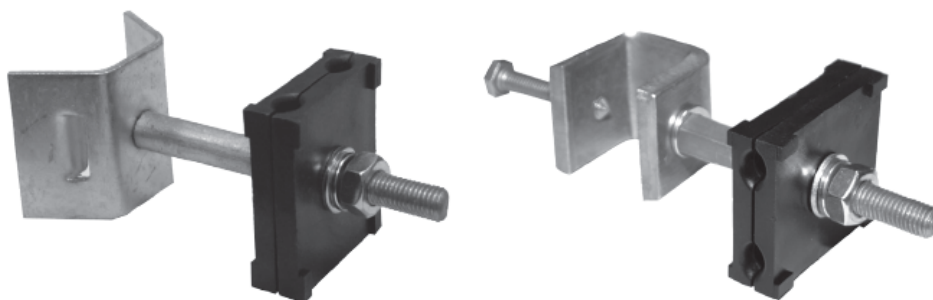


Рисунок 4.15.3 Зажим шлейфовый и струбцина шлейфовая

4.15.5.7 На бетонных, многогранных и деревянных опорах спуски ОКСН закрепляются в струбцинах или шлейфовых зажимах, которые крепятся ленточными хомутами к телу опоры или устанавливаются на специально разработанные конструкции (см. рис. 4.13.3 настоящих Правил).

4.15.5.8 Крепление технологического запаса ОКСН на решетчатых опорах осуществляется непосредственно раскладкой по опоре в струбцинах или с применением устройства для хранения запаса, разрабатываемого проектировщиком или поставляемого специализированной организацией (рис.4.12.1(слева) настоящих Правил), например, изготовителем муфт.

4.15.5.9 На бетонных и многогранных опорах технологический запас ОКСН рекомендуется размещать на конструкциях, разработанных специализированными организациями (рис. 4.15.4 настоящих Правил), или, при необходимости, применяются конструкции, разработанные проектировщиком.



Рисунок 4.15.4 Устройство для подвеса муфты и хранения запаса ОКСН

### 4.15.6 Технические требования на поставку ОКСН

4.15.6.1 Технические требования на поставку кабеля типа ОКСН для всей ВЛ и/или для ее отдельных участков должны быть сформированы в соответствии с [21] на основании данных по допускаемым стрелам провеса кабеля, рассчитанным значениям наведенного потенциала электрического поля и, при необходимости, по условию механической прочности промежуточных опор и ограничений по допускаемому диаметру.

Технические требования должны быть сведены в таблицу или таблицы (с указанием участков) следующей формы (Таблица 4.15.3 настоящих Правил):

Таблица 4.15.3 Форма для заполнения технических требований на поставку кабеля ОКСН

1. Класс напряжения ВЛ		кВ
2. Число оптических волокон в соответствии G.652 или G.655 (могут быть сформулированы более подробные требования к оптическим параметрам и, при необходимости, может быть оговорена поставка волокна от одного производителя)		
3. Максимальная длина пролета на всем участке проектируемой ВОЛС-ВЛ		м
Для максимальной длины пролета:		
Перепад высот		м
(Указать одно из ниже приведенных требований)		
Максимальная стрела провеса при максимальной климатической нагрузке после вытяжки		м
Стрела провеса при гололеде после вытяжки		м
Допустимое горизонтальное отклонение кабеля при максимальной ветровой нагрузке после вытяжки		м
Отношение стрелы провеса к длине пролета при среднеэксплуатационной нагрузке		м
или при монтаже при среднеэксплуатационной температуре		м

Окончание Таблицы 4.15.3

4. Максимальный перепад высот на всем участке проектируемой ВОЛС-ВЛ		м
Для максимального перепада высот:		
Длина пролета		м
(Указать одно из ниже приведенных требований)		
Максимальная стрела провеса при максимальной климатической нагрузке после вытяжки		м
Стрела провеса при гололеде после вытяжки		м
Допустимое горизонтальное отклонение кабеля при максимальной ветровой нагрузке после вытяжки		м
5. Климатические характеристики зоны ВОЛС-ВЛ		
Стенка льда		мм
При температуре минус		°С
Скоростной напор ветра при гололеде на высоте подвеса кабеля		кг/м <sup>2</sup>
Максимальный скоростной напор ветра на высоте подвеса кабеля		кг/м <sup>2</sup>
При температуре		°С
Среднеэксплуатационная температура		°С
6. Данные по состоянию атмосферы: Представить в виде одного из вариантов: «обычные полевые условия», «промышленное загрязнение» или «морское побережье»		
7. Ограничения по максимально допустимому тяжению кабеля по условиям обеспечения прочности анкерных опор		кг
8. Ограничение по допустимому наружному диаметру кабеля по условию обеспечения прочности промежуточных опор		
9. Максимальное значение потенциал электрического поля в точке подвеса кабеля		кВ
10. Строительные длина поставки кабеля		
максимальная		м
минимальная		м
средняя (если нет фактических)		м

4.15.6.2 На основании технических требований изготовитель/ поставщик ОКСН в технико-коммерческом предложении должен представить параметры кабеля в соответствии с ниже приведенным перечнем.

- 1) внешний диаметр, мм.
- 2) число и характеристики оптических волокон.
- 3) сечение кабеля (расчетное), мм<sup>2</sup>.

- 4) вес, кг/км.
- 5) разрывная нагрузка, кг.
- 6) максимально допустимая нагрузка, кг.
- 7) допустимая монтажная нагрузка, кг.
- 8) максимально допустимая монтажная растягивающая нагрузка, кг.
- 9) коэффициент линейного термического расширения, °С.
- 10) модуль упругости начальный (или монтажный), кг/мм<sup>2</sup>.
- 11) модуль упругости конечный, кг/мм<sup>2</sup>.
- 12) модуль упругости вытяжки (ползучести), кг/мм<sup>2</sup> или данные по вытяжке ОКСН и рекомендации по ее учету.
- 13) рабочий диапазон температур, °С.
- 14) минимальная допустимая температура монтажа, °С.
- 15) минимальный радиус изгиба кабеля, м.

4.15.6.3 В соответствии с предоставленными изготовителем/поставщиком физико-механическими параметрами кабеля при необходимости проводится корректировка тяжений и точек подвеса кабеля на основании 4.15.2 – 4.15.5 настоящих Правил.

4.15.6.4 На оптический кабель изготовитель/поставщик должен предъявить действующее заключение аттестационной комиссии в электроэнергетике на соответствие требованиям отраслевой нормативно-технической документации.

#### **4.15.7 Требования к расчёту строительных длин ОКСН**

4.15.7.1 Методика определения строительных длин ОКСН аналогична приведённой для строительных длин ОКГТ в 4.13.8 настоящих Правил.

### **4.16 Требования к проектированию подвеса ОКНН**

#### **4.16.1 Общие положения**

4.16.1.1 ОКНН поставляется только в составе единой кабельной системы, расчетными строительными длинами и в подготовленном к монтажу виде. Изготовители или авторизованные поставщики кабельной системы ОКНН должны обеспечить:

- 1) выполнение проектных работ в части определения строительных длин и всех необходимых дополнительных элементов и материалов для крепления ОКНН, типовые проектные решения по размещению арматуры, муфт и проходных изоляторов;



2) возможность аренды навивного оборудования и специальных средств монтажа ОКНН;

3) техническое сопровождение или технический надзор за СМР по монтажу ОКНН.

4.16.1.2 ОКНН может быть навит на существующие фазные провода или ГТ, в случае если они находятся в нормативном состоянии.

4.16.1.3 На одном фазном проводе или на одном ГТ допускается размещать один или два ОКНН. Ограничение на количество фазных проводов и ГТ, планируемых для размещения ОКНН, определяется общими нагрузками на опоры ВЛ и не регламентируется другими факторами.

4.16.1.4 Навивка ОКНН на кабели типа ОКСН не допускается. Навивка на ОКГТ допускается в исключительных случаях, при этом воздействие, оказываемое на него, от навитого ОКНН и навивного оборудования, не должно превышать максимально допустимых нагрузок.

4.16.1.5 Кабель типа ОКНН может быть применен на участках ВОЛС-ВЛ в случаях:

1) отсутствия штатных узлов крепления ГТ на опорах ВЛ до 150 кВ или в качестве дополнения к существующему кабелю ОКГТ с целью увеличения суммарного числа ОВ ВОЛС-ВЛ;

2) затруднения при размещении в полосе ВЛ оборудования и техники для выполнения монтажа других типов ОК в виду сложности рельефа, болотистой местности или других ограничивающих факторов;

3) навивки на фазный провод ВЛ до 150 кВ при невозможности обеспечения нормируемых габаритных расстояний от ОКГТ или невозможности подвески ОКСН на участках пересечения с ВЛ 220 кВ и выше;

4) в целях сокращения затрат на монтаж ОК или в качестве резервного или временного решения на больших переходах через естественные и искусственные препятствия путем навивки на фазный провод для ВЛ до 150 кВ или на ГТ для районов с грозовой активностью менее 20 часов в год;

5) при ограничении несущей способности опор ВЛ;

6) при невозможности подвески ОКСН в связи с ограничениями по его применению.

4.16.1.6 Кабель типа ОКНН допускается применять:

1) при навивке на ГТ вне зависимости от класса напряжения ВЛ с термостойкой оболочкой из сшитого полиэтилена при условии, что температура ГТ при термическом воздействии токов КЗ не превышает 200 °С;

2) при навивке на фазные провода с оболочкой из трекингостойкого материала на ВЛ до 150 кВ включительно.

4.16.1.7 Температура нагрева фазного провода при максимальной токовой нагрузке с навитым на него ОКНН не должна превышать 85 °С.

Температура ГТ с навитым на него ОКНН при плавке гололеда не должна превышать 85 °С. Температура нагрева фазного провода или ГТ при кратковременном термическом воздействии токов КЗ не должна превышать 200 °С.

#### 4.16.2 Требования к проведению механического расчета ОКНН

4.16.2.1 Механические расчеты для ГТ или фазного провода с навитым (навитыми) на него ОКНН должны проводиться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению механического расчета ОКГТ, согласно 4.13.3 настоящих Правил, и требованиями к методу механического расчета, согласно 4.5 настоящих Правил.

4.16.2.2 В расчетах ветровых нагрузок на ГТ или фазный провод диаметра  $D$  с навитым на него ОКНН диаметром  $d$  должен быть использован эквивалентный диаметр  $D_{экр.вет.}$  такой, чтобы площадь проекции от ГТ или провода такого диаметра без навитого ОКНН совпадала по значению с суммарной площадью проекции исходного троса или провода с навитым на него ОКНН ( рис. 4.16.1 настоящих Правил).

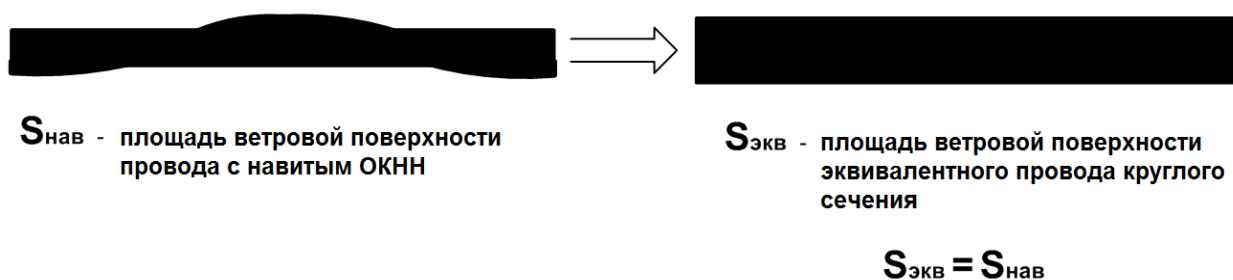


Рисунок 4.16.1 Эквивалентный ветровой диаметр ОКНН

Для одного или двух навитых ОКНН  $D_{экр.вет.}$  определяется формулой 4.16.1 настоящих Правил.

$$D_{экр,вет} = D + \frac{n}{\pi} \left\{ 2\sqrt{Dd} - (D-d) \left( \frac{\pi}{2} - \alpha_{тен} \right) \right\}, \text{ где } \sin \alpha_{тен} = \frac{D-d}{D+d}, \quad (4.16.1)$$

где  $n=1,2$  – число навитых ОКНН.

4.16.2.3 В расчетах гололедных нагрузок на ГТ или фазный провод с навитым на него ОКНН должен быть использован эквивалентный диаметр  $D_{экр.гол.}$  такой, чтобы длина окружности поперечного сечения троса или провода такого диаметра без навитого ОКНН совпадала по значению с длиной замкнутой кривой, охватывающей поперечное сечение троса или провода с навитым на него ОКНН (см. рис. 4.16.2 настоящих Правил ). И для одного, и для двух навитых ОКНН  $D_{экр,гол} = D_{экр,вет}$ .

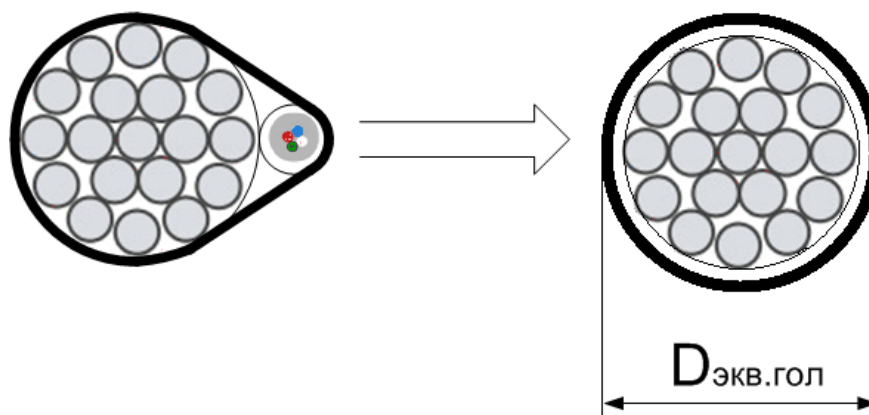


Рисунок 4.16.2 Эквивалентный гололедный диаметр ОКНН

4.16.2.4 Для расчётов нагрузок при ветре с гололедом должен использоваться эквивалентный диаметр  $D_{экв.в/г}$  такой, при котором площадь проекции от ГТ или провода такого диаметра без навитого ОКНН совпадала по значению с суммарной площадью проекции исходного троса или провода с навитым на него ОКНН и слоя гололеда (см. рис. 4.16.3 настоящих Правил) И для одного, и для двух навитых ОКНН:

$$D_{экв.в/г} = D_{экв.вет} + 2b, \quad (4.16.2)$$

где  $b$  – расчетная толщина стенки гололеда.

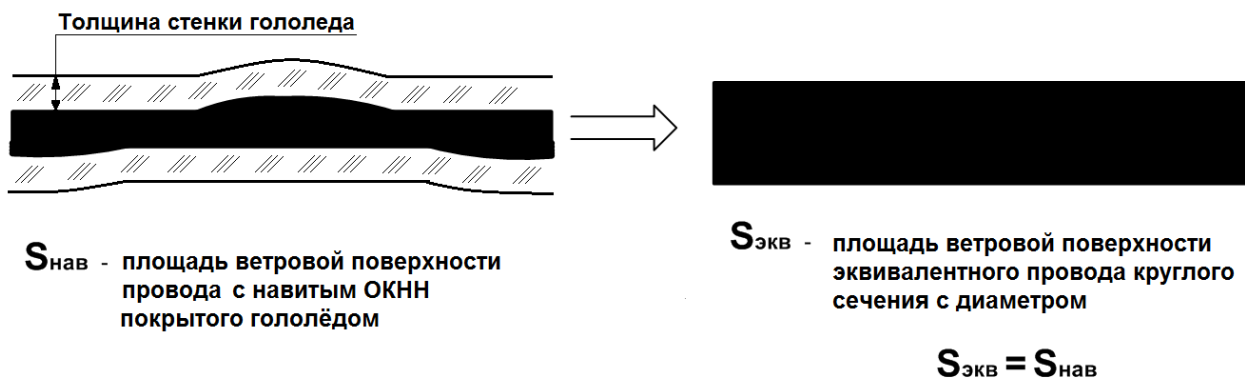


Рисунок 4.16.3 - Эквивалентный диаметр ОКНН для ветра с гололедом

4.16.2.5 Расчёт ветровых, гололедных нагрузок и нагрузок при ветре с гололедом для фазного провода или ГТ с навитым ОКНН эквивалентен расчету нагрузок на фазный провод или ГТ без ОКНН диаметра  $D_{экв.вет.}$ , рассчитанного согласно формуле 4.16.1.

### 4.16.3 Требования к проведению расчета воздействия навивного оборудования

4.16.3.1 Из-за веса навивного оборудования с ОКНН увеличиваются локальные смещения фазного провода или ГТ и поэтому должны быть выполнены расчеты на сближение в следующих случаях:

1) в пролетах пересечения с другой ВЛ проектная организация должна выполнить расчеты по определению расстояния от нижней точки навивного оборудования до пересекающих фазных проводов, которое должно быть не менее указанных в Таблице 2.5.24 [2] с добавлением 0,5 м;

В случае если данное расстояние не соблюдается, то при монтаже ОК требуется отключить пересекающую или пересекаемую ВЛ;

2) проектная организация должна выполнить расчеты по определению расстояния от нижней точки навивного оборудования до объектов (зданий, сооружений и прочих), которое должно быть не менее 0,5 м.

#### 4.16.4 Общие требования к крепежной и соединительной арматуре ОКНН

4.16.4.1 Для соединения строительных длин ОКНН, навитых на фазный провод, рекомендуется применять подвесные соединительные муфты, которые крепятся на фазный провод под поддерживающей гирляндой изоляторов поддерживающих опор или на обводном шлейфе фазного провода анкерных и угловых анкерных опор. При этом технологический запас ОКНН должен размещаться в муфте. Допускается соединение строительных длин в оптических муфтах, подвешиваемых на опору с проводкой ОКНН через проходные изоляторы.

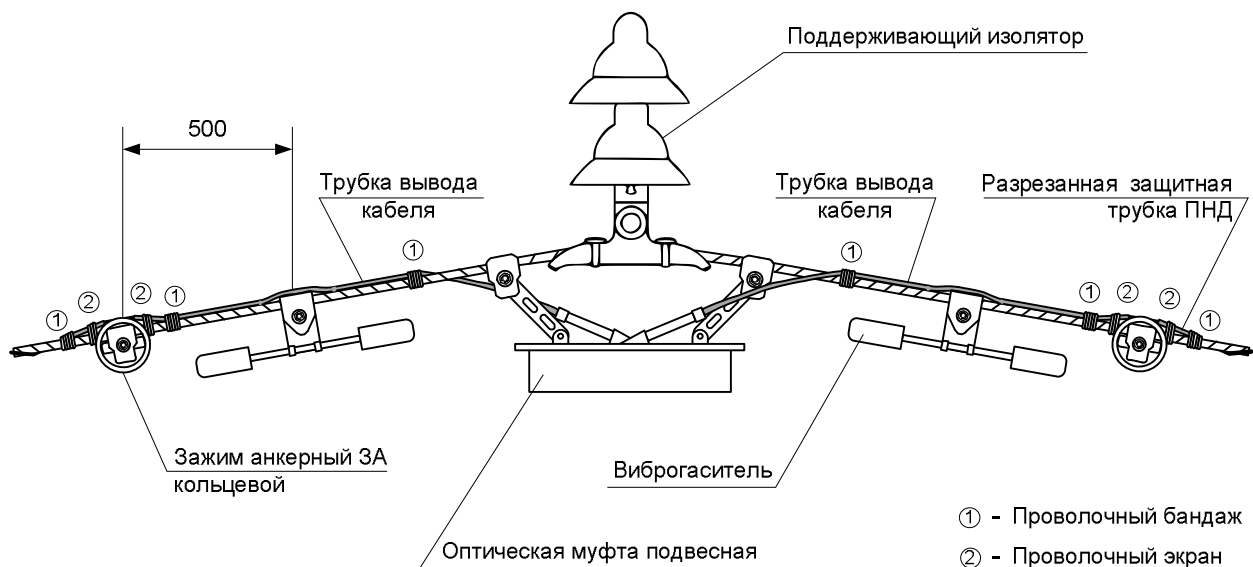


Рисунок 4.16.4 - Подвесная муфта для соединения строительных длин ОКНН

4.16.4.2 Арматура крепления ОКНН к ГТ или фазным проводам включает:

1) зажимы анкерные для фиксации ОКНН на ГТ или фазном проводе;

2) арки обвода изоляторов или препятствий на ГТ или фазном проводе и детали их крепления;

- 3) защитные полиэтиленовые трубки обвода изоляторов или препятствий на ГТ или фазном проводе;
- 4) проволочные бандажи и обвязки для фиксации защитных трубок или арок для обвода;
- 5) проволочные бандажи и обвязки, при необходимости - защитные экраны, для ОКНН и проходных полимерных изоляторов [26] для защиты от действия коронного разряда в местах отхода ОКНН от фазного провода на креплениях, обводах и в местах спусков с фазного провода.

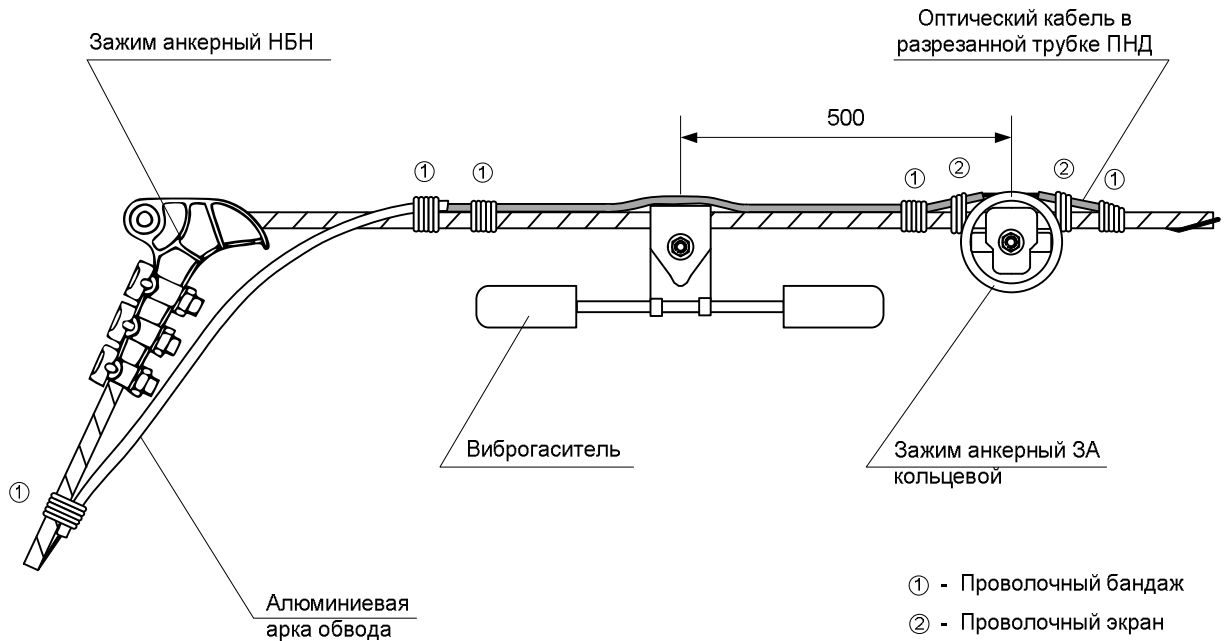


Рисунок 4.16.5 Крепление и обвод ОКНН на фазном проводе



Рисунок 4.16.6 Обвод ОКНН поддерживающего изолятора ВЛ 110 кВ

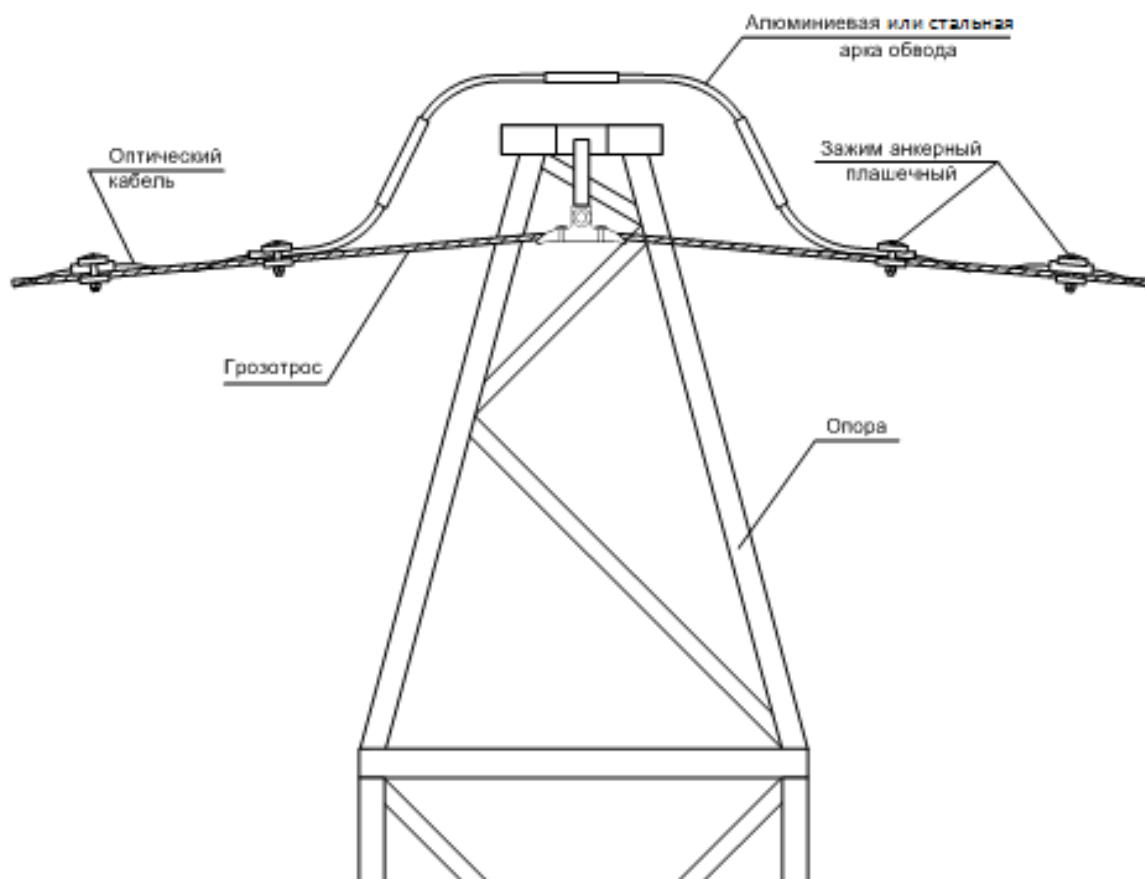


Рисунок 4.16.7 Крепление и обвод ОКНН на ГТ

4.16.4.3 Для соединения навитого на фазный провод ОКНН с ОК другого типа, спуск ОКНН с фазного провода на опору ВЛ или портал необходимо выполнить через проходной изолятор. По опоре к месту размещения муфты ОКНН прокладывается в защитной пластиковой трубе для внешней прокладки, которая вводится в шкаф размещения оптической муфты или непосредственно в оптическую муфту. Технологический запас защитной трубы с ОКНН требуется размещать на крестовине или в шкафу (рис. 4.15.4 или рис. 4.12.1 настоящих Правил). Применение шкафа допускает укладку технологического запаса ОКНН внутри шкафа вне защитной трубы.

4.16.4.4 Для соединения строительных длин ОКНН, навитых на ГТ и для соединения навитого на ГТ ОКНН с ОК другого типа спуск ОКНН с ГТ по опоре должен выполняться в защитной пластиковой трубе для внешней прокладки, которая вводится в шкаф размещения оптической муфты или непосредственно в оптическую муфту. Технологический запас защитной трубы с ОКНН необходимо размещать на крестовине или в шкафу (рис. 4.15.4 или рис. 4.12.1 настоящих Правил). Применение шкафа допускает укладку технологического запаса ОКНН внутри шкафа вне защитной трубы.

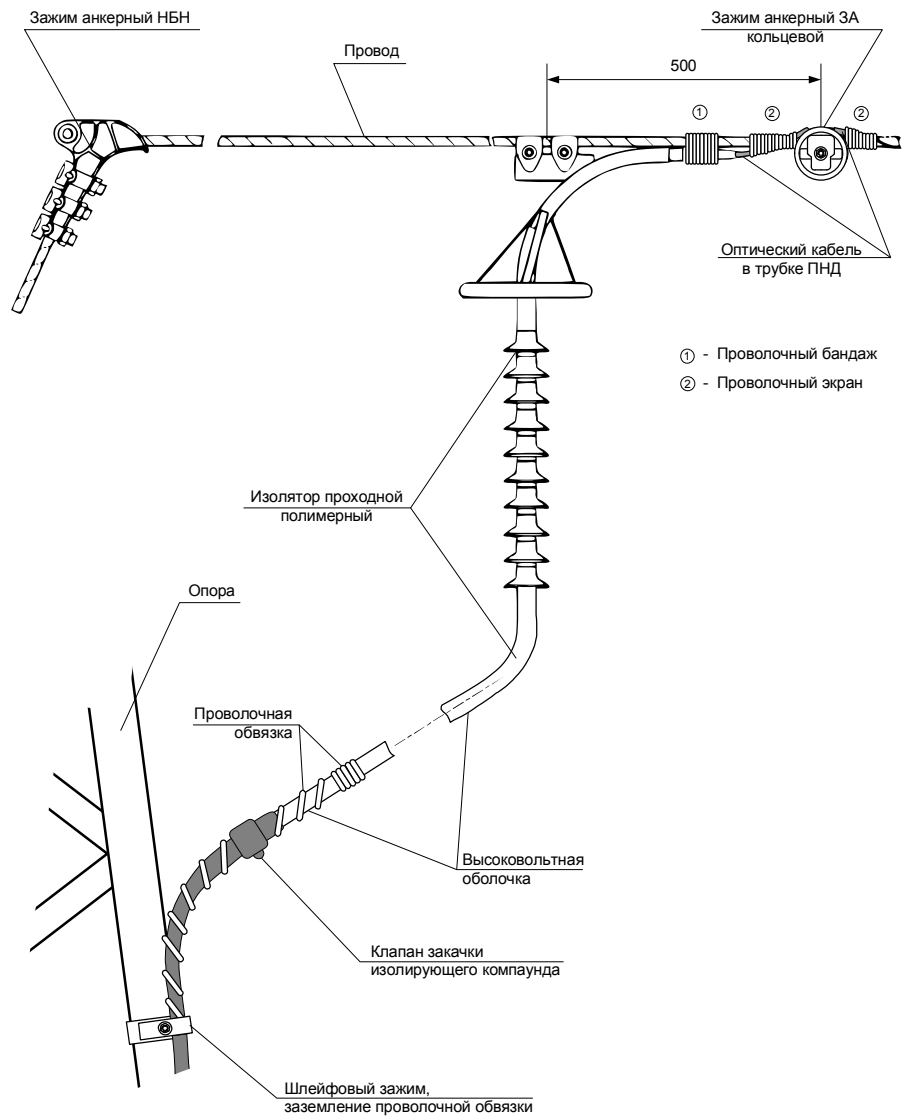


Рисунок 4.16.8 Выполнение спусков ОКНН

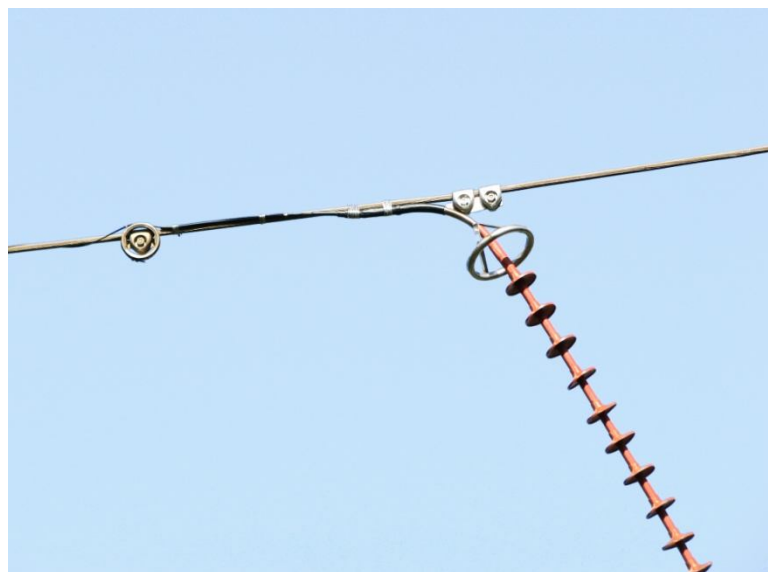


Рисунок 4.16.9 Выполнение спусков ОКНН на ВЛ 110 кВ

4.16.4.5 Кабель ОКНН вместе с арматурой крепления, соединительными муфтами и спусками представляет собой единую навивную оптическую кабельную систему, компоненты которой должны строго соответствовать друг другу. Рекомендуется, чтобы все перечисленные компоненты поставлялись одним производителем или авторизованным поставщиком кабельной системы.

4.16.4.6 На технологию монтажа и поставляемое оборудование, включая ОКНН, изготовитель должен предъявить действующие сертификат соответствия Минсвязи России, экспертное заключение или акт приемки аттестационной комиссии в электроэнергетике на соответствие требованиям отраслевой нормативно-технической документации.

#### **4.16.5 Технические требования на поставку ОКНН**

4.16.5.1 Технические требования на поставку ОКНН должны содержать следующую информацию:

- 1) класс напряжения ВЛ;
- 2) количество ОКНН и указание фазных проводов или ГТ для их размещения;
- 3) число и тип ОВ;
- 4) проект размещения строительных длин ОКНН на ВЛ с указанием опор, от которых будет производиться навивка. В проекте должны быть указаны типы всех опор, марка фазного провода или ГТ и расстояние между опорами для всех пролетов.

4.16.5.2 Поставка ОКНН производится строительными длинами на монтажных катушках или кассетах, состоящих из 2-х или 4-х катушек для монтажа от центральной точки строительной длины и/или монтажа с двойным повивом. Каждая кассета и катушка должны быть промаркированы согласно проекту и содержать информацию об участке ВЛ, фазном проводе или ГТ, на который ОКНН будет уложен, и о направлении размотки.

4.16.5.3 Для обеспечения проектных работ по определению строительных длин и всех необходимых дополнительных элементов и материалов для крепления ОКНН, изготовителям или авторизованным поставщикам кабельной системы ОКНН проектная организация должна предоставить трассу с указанием типов всех опор, марки фазного провода или ГТ и расстояния между опорами для всех пролетов.

4.16.5.4 Для каждой строительной длины изготовитель или авторизованный поставщик ОКНН должен предоставить следующие параметры на комплектующие строительной длины: кассеты со строительными длинами ОКНН, арматуру, соединительные муфты и проходные изоляторы сведенные в Таблицу 4.16.1 настоящих Правил.



Таблица 4.16.1 Технические и количественные параметры строительных длин ОКНН, предоставляемые изготовителем или авторизованным поставщиком

Наименование строительной длины	
Параметры кабеля	Величина
Тип кабеля	
Число оптических волокон в кабеле	
В соответствии с G.652, шт	
В соответствии с G.655, шт	
Наружный диаметр кабеля, мм (чертеж конструкции кабеля)	
Вес кабеля, кг/км	
Максимальная допустимая растягивающая нагрузка, кг	
Максимальная допустимая раздавливающая нагрузка, кг/см	
Минимальный радиус изгиба кабеля, см	
Рабочий диапазон температур, °C	
Минимальная допустимая температура монтажа, °C	
Параметры строительной длины ОКНН	
Общая длина ОКНН <sup>1</sup> , м	
Тип повива, О – одинарный, Д - двойной	
№ стартовой опоры	
№ опоры на конце первого (левого) участка от стартовой опоры	
№ опоры на конце второго (правого) участка от стартовой опоры	
Длина ОКНН на катушке для первого участка <sup>1</sup> , м	
Длина ОКНН на катушке для второго участка <sup>1</sup> , м	
Количества компонентов арматуры крепления ОКНН строительной длины, соединительная муфта, проходные изоляторы.	
Наименование, количество, шт	
Наименование, количество, шт	
Наименование, количество, шт	
.....	
<b>Примечание.</b> <sup>1</sup> При двойном повиве учитывается длина двойного кабеля.	

#### 4.16.6 Требования к расчёту строительных длин ОКНН, уложенных на монтажные катушки или кассеты

4.16.6.1 План строительных длин ОКНН определяется:

- 1) таблицей длин пролетов по трассе ВОЛС;
- 2) выбором стартовых опор и опор для размещения соединительных муфт с учетом их типа, и исходя из возможности подъезда к ним автотехники;
- 3) учетом мест сложных пересечений, больших переходов и других особенностей трассы.

4.16.6.2 С целью оптимизации числа соединительных муфт следует стремиться к максимальным строительным длинам ОКНН, допускаемым производителем системы ОКНН.

4.16.6.3 При монтаже ОКНН от центральной точки строительная длина имеет два участка, которые должны рассчитываться отдельно.

4.16.6.4 При расчете участков строительной длины ОКНН должны быть учтены:

- 1) длины фазного провода или ГТ в пролётах между креплениями с учётом их стрел провеса и перепадов высот точек крепления;
- 2) увеличение длины ОКНН за счет шага спиральной навивки вокруг фазного провода или ГТ;
- 3) длины ОКНН на обводных шлейфах фазного провода или ГТ на анкерно-угловых опорах;
- 4) длины спусков ОКНН к муфтам, размещаемым на опоре с учетом технологического запаса для монтажа муфт в передвижной лаборатории на уровне земли;
- 5) монтажный запас на расход кабеля в анкерных зажимах, арках обвода препятствий и т.п.;
- 6) запас ОКНН для обхода дополнительных непредвиденных препятствий на фазном проводе или ГТ.

4.16.6.5 Длины фазного провода или ГТ в пролётах рекомендуется рассчитывать с использованием систем автоматизированного проектирования работ (4.5 настоящих Правил)

4.16.6.6 Коэффициент удлинения ОКНН из-за спиральности повива кабеля диаметра  $d$  вокруг фазного провода или ГТ диаметром  $D$  определяется как:

$$k_{nos} = \sqrt{1 + (\pi/\Lambda)^2}, \Lambda = \frac{L}{D+d}, \quad (4.16.3)$$

где  $L$  - шаг навивки.

4.16.6.7 Длины обводных шлейфов фазного провода или ГТ определяются между выходами из натяжных зажимов в пролеты. Необходимо учитывать спиральность навивки ОКНН на шлейф и длину арок обвода натяжных зажимов. Для учета увеличения участка строительной длины рекомендуется использовать среднее значение длины ОКНН на обводных шлейфах и умножить его на количество анкерных и угловых анкерных опор на участке строительной длины.

4.16.6.8 Технологический запас для монтажа ОКНН в муфте рассчитывается как сумма высоты подвеса муфты относительно уровня земли и запаса 15-20 м, необходимого на случай невозможности подъезда передвижной лаборатории непосредственно к опоре.

4.16.6.9 Средние значения монтажного запаса на расход кабеля в анкерных зажимах и арках обвода препятствий определяются производителем кабельной системы.

## **4.17 Требования к подземной и подводной прокладке ОК**

### **4.17.1 Общие положения**

4.17.1.1 Выполнение ВОЛС путем подземной прокладки ОК требуется в следующих случаях:

- 1) при организации ВОЛС на участках ВЛ с кабельной вставкой (КВЛ) и высоковольтных КЛ;
- 2) при организации пресечения ВОЛС-ВЛ с другими ВЛ и при невозможности подвеса ОКГТ, ОКФП, ОКСН или ОКНН;
- 3) при организации ВОЛС с ответвлением к объектам, расположенным в стороне от трассы ВЛ, например, к узлам связи;
- 4) при организации кабельной прокладки ВОЛС между объектами связи при отсутствии ВЛ между ними.

4.17.1.2 При создании ВОЛС оптические кабели для подземной и для подводной прокладки должны отвечать требованиям к устойчивости от внешних воздействий согласно [27] и дополнительным требованиям 4.17.1.3 и 4.17.3 настоящих Правил.

4.17.1.3 При прокладке ОК вдоль кабельной вставки КВЛ или высоковольтной КЛ, прокладка должна осуществляться в тех же условиях, что и прокладка КВЛ или КЛ, т.е. в грунте или кабельных сооружениях с соблюдением следующих требований:

- 1) расстояние по горизонтали в свету между ОК и силовыми кабелями согласно п. 2.3.86 [4] должно быть не менее 500 мм;
- 2) при прокладке непосредственно в грунте, глубина заложения ОК в грунт должна быть не менее 1,2 м. При технико-экономическом обосновании рекомендуется прокладывать ОК в грунте на увеличенном расстоянии по

горизонтали до 2000 мм с целью исключения повреждения ОК при механизированном способе проведения аварийно-восстановительных работ;

3) при прокладке ОК в кабельных сооружениях совместно с силовыми кабелями, ОК и силовые кабели должны прокладываться в отдельных каналах;

4) в случае, когда в кабельном сооружении не имеется выделенного канала для прокладки оптических кабелей, размещение ОК должно производиться согласно п. 2.3.120 и п. 1 [4] только под или только над силовыми кабелями; при этом их следует отделять перегородкой;

Разделительные перегородки должны быть с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

5) при проектировании ВОЛС на КВЛ для участков вставки высоковольтной кабельной линии необходимо применять полностью диэлектрический ОК;

6) при прокладке ВОЛС вдоль КЛ могут применяться ОК как диэлектрические, так и с металлическими элементами конструкции;

7) при организации пересечения ВОЛС-ВЛ с другими ВЛ с использованием кабельной вставки должны применяться ОК, конструкция которых не содержит металлических элементов;

8) для исключения выноса потенциала при организации ответвлений от ВОЛС-ВЛ к объектам, расположенным в стороне от трассы ВЛ должен быть выбран ОК, конструкция которого не содержит металлических элементов.

4.17.1.4 По трассе прокладки кабелей напротив каждой муфты, на поворотах, на пересечениях автомобильных и железных дорог, водных препятствий и продуктопроводов требуется предусмотреть устройство железобетонных замерных столбиков. При прокладке кабелей, не содержащих металлических элементов, в ЗПТ, необходимо предусмотреть применение электронных маркеров. Объектами маркировки могут быть все элементы подземной линейно-кабельной инфраструктуры: кабель, трубы кабельной канализации и трубопроводы (задействованные и резервные), пересечения трасс, ответвления, места сращивания, стыки, муфты и другие места возможного поиска, имеющие высокую значимость, либо требующие особых условий контроля. Маркер дает возможность избегать аварийных ситуаций, за счет простого способа его обнаружения типовым трассоискателем, настроенным на резонансную частоту маркера.

4.17.1.5 Диэлектрический кабель, применяющийся для выполнения спусков с опор, должен быть защищен от механических воздействий, предпочтительно металлической трубой на высоту не менее 2,8 м от земли и глубину не менее 1,2 м. При этом изгиб трубы должен обеспечивать допустимый радиус изгиба ОК, установленный производителем. Спуск ОК в

защитную металлическую трубу должен герметизироваться при помощи специальных манжет или термоусаживаемых трубок. Применение монтажной пены не допускается.

#### 4.17.2 Методы прокладки ОК

4.17.2.1 По методам прокладки ОК в зависимости от условий их прохождения подразделяются на подземные и подводные.

4.17.2.2 При определении метода (способа) прокладки следует определить наиболее экономичный метод прокладки.

4.17.2.3 Для прокладки ОК применяются следующие способы:

1) прокладка ОК с помощью кабелеукладчика - наиболее экономичный метод прокладки ОК непосредственно в грунт, обеспечивающий наиболее высокую степень механизации и скорость прокладки;

2) прокладка ОК в траншею - выполняется при множественных пересечениях с подземными коммуникациями или другими препятствиями, а также при возможных повреждениях кабелеукладчиком дренажных устройств;

В процессе укладки должны быть предприняты меры, исключающие нарушение его механических и оптических характеристик.

Перед укладкой кабеля в траншею дно ее на всем протяжении выравнивают и очищают от камней и других твердых включений. На участках обхода препятствий изменение глубины должно осуществляться плавно. В скальных и твердых грунтах на дно траншеи всыпают "постель" из песка или мягкого грунта толщиной 100 мм. Кабель укладывают без натяжений, но и без существенных отклонений от осевой линии. Он должен плотно прилегать ко дну траншеи и не иметь изгибов, превышающих допустимый радиус изгиба ОК при прокладке и выкладке, который должен быть не менее 20 диаметров этого кабеля.

После прокладки кабеля в траншею производят засыпку ее механизированным или ручным способом. Вначале кабель засыпают песком или просеянным грунтом на высоту 100 мм. Дальнейшую засыпку производят ранее вынутым грунтом.

Над ОК, проложенном в грунте, в обязательном порядке должна укладываться сигнальная лента на расстоянии 0,5-0,7 м от земли с информацией о наличии кабеля.

3) на участке пересечения с автомобильными и железными дорогами ОК укладывают в защитные, как правило, асбестоцементные трубы диаметром 100 мм с выводом по обе стороны от подошвы насыпи или полевой бровки на длину не менее 1 м, прокладываемые преимущественно закрытым способом (методом горизонтального прокола или методом управляемого

бурения). Края трубы после прокладки в нее кабеля должны быть заделаны просмоленной паклей и цементным раствором или строительным гипсом. Число прокладываемых труб на переходах должно определяться в проекте исходя из условий договора;

4) прокладка ОК в кабельную канализацию – преимущественно используется в населенных пунктах, при этом используется имеющаяся инфраструктура городской кабельной канализации. Прокладка ОК в кабельной канализации производится преимущественно методом затяжки вручную или с применением лебедок;

5) пакетная прокладка защитных полиэтиленовых труб (ЗПТ) с последующей пневмопрокладкой в них ОК без бронепокровов;

Прокладку кабеля в ЗПТ необходимо проводить в соответствии с инструкцией и требованиями производителей защитных труб по прокладке и монтажу.

Существуют следующие способы закладки ОК в ЗПТ:

- 1) ручная затяжка ОК с помощью стеклопластикового прутка;
- 2) заталкивание ОК в ЗПТ через короткие пролеты (если ОК обладает достаточной жесткостью);
- 3) пневмопрокладка.

Пневмопрокладка осуществляется поршневым и беспоршневым методами.

Поршневой метод пневмопрокладки ОК в ЗПТ основан на комбинированной системе двух сил затяжки: силы, создаваемой давлением сжатого воздуха на поршень (парашют), прикрепленный к ОК, и силы заталкивания, развиваемой кабелевводным устройством.

Беспоршневой метод пневмопрокладки ОК основан на принципе поддержания вводимого ОК во взвешенном (динамическом) состоянии за счет интенсивного воздушного потока.

### **4.17.3 Требования к ОК**

4.17.3.1 Согласно [27], ОК подземной и подводной прокладки должны быть устойчивы к механическим воздействиям, приведенным в Таблице 4.17.1 настоящих Правил.

Таблица 4.17.1 Механические воздействия на ОК подземной и подводной прокладки

Назначение ОК	Допустимое усилие растяжения, не менее, кН	Усилие раздавливания, не менее, кН/100 мм	Энергия удара, не менее, Дж
Подземные для прокладки:			
- в защитные пластмассовые трубы (ЗПТ);	1,0	3	5
- в кабельной канализации;	1,5	3	5
- в коллекторах и туннелях;	1,5	3	5
- по мостам и эстакадам;	2,5	3	5
- в грунты 1 – 3 групп;	2,5	4	10
- в грунты 4 – 5 групп;	7	7	10
- в скальные грунты и грунты;	20	10	10
Подводные для прокладки:			
- на переходах через водные преграды;	20	10	20
- на морских глубоководных участках;	25	10	10

4.17.3.2 Для ОК, прокладываемых в защищенных полиэтиленовых трубах, при использовании кабельного ввода для герметизации выхода ОК из ЗПТ защита от грызунов не требуется.

4.17.3.3 Кабели для подводной прокладки, рассчитанные на прокладку на большой глубине для защиты от гидростатического давления, должны содержать армирующие элементы, такие как профилированный сердечник или металлическая трубка, в которой располагаются оптические модули или оптические волокна. Чаще всего материалом для профилированных сердечников кабелей для глубоководной прокладки служит медь.

4.17.3.4 Кабели для подводной прокладки, предназначенные для прокладки в шельфовой зоне морей и океанов, должны быть особенно устойчивыми к трению частиц грунтов твердых пород, перемещающихся под воздействием течений, приливов и отливов. Внешний защитный покров таких кабелей может изготавливаться из высокопрочных арамидных нитей.

4.17.3.5 Кабели для подводной прокладки, используемые для прокладки в скальных грунтах шельфовой зоны, должны иметь защитный покров, который может изготавливаться из одного или более повивов стальных оцинкованных

проволок, а при необходимости может быть усилен внешним повивом полипропиленовой пряжи.

4.17.3.6 Для ОК, предназначенных для прокладки по дну озер и несудоходных несплавных рек, а также неглубоких болот достаточно иметь гофрированную стальную броню.

4.17.3.7 Оптические кабели подземной прокладки, предназначенные для прокладки в ЗПТ, должны, предпочтительно, иметь следующие оптимальные физические параметры, влияющие, в значительной степени, на длину прокладки кабеля пневмопроходкой:

1) должны иметь наружную оболочку из полиэтилена средней или высокой плотности с целью обеспечения низкого коэффициента трения между кабелем и каналом;

2) диаметр ОК не должен быть больше, чем половина диаметра ЗПТ. Применение кабелей большего диаметра, вследствие чего длина прокладки может резко сократиться, следует допускать в исключительных случаях;

3) масса ОК должна быть минимальной в пределах от 0,1 до 0,3 кг/м;

4) жесткость кабеля должна быть низкой в пределах от 1 до 3 Нм<sup>2</sup>.

#### **4.17.4 Требования к монтажу муфт, предназначенных для укладки в грунт**

4.17.4.1 Оптические муфты, предназначенные для укладки в грунт, должны помещаться в чугунную защитную муфту.

4.17.4.2 В местах монтажа муфт при прокладке оставляется запас кабеля. Запас должен обеспечивать возможность подачи муфты в зону, удобную для проведения монтажа муфты. Длина запаса на каждом кабеле, входящем в муфту, после укладки муфты на место должна быть не менее:

1) для муфты, уложенной в котлован – 10 метров;

2) для муфты, уложенной на консоли в колодце – 8 метров;

3) для муфты, уложенной на консоли в коллекторе – 2 метра.

Запас кабелей, оставляемый при прокладке в местах монтажа муфт, должен превышать эти значения на 5 метров с каждой стороны, эти лишние метры предназначены для производства контрольных измерений ОК после прокладки и для монтажа муфт.

### **4.18 Требования к размещению ОК на подстанциях**

4.18.1 Перед выполнением проекта по размещению ОК на подстанции (ПС) необходимо провести натурное обследование, собрать материалы и документацию, необходимые для прокладки кабеля. Выбор прохождения трассы ОК по подстанции и ее согласование должно проводиться совместно со



всеми заинтересованными лицами (начальником подстанции, начальником службы связи и т.д.).

4.18.2 Прокладка ОК по территории ПС должна быть выполнена по разнесенным трассам.

4.18.3 На открытой части ПС ОК может размещаться следующими способами:

- 1) подвес с использованием существующих сооружений (опоры ВЛ, порталы, опоры освещения и т.д.) и вновь устанавливаемых опор;
- 2) прокладка в кабельной канализации, кабельных лотках и в грунте.

При сложной трассе прохождения ОК по территории подстанции с применением подвесных ОК, для исключения применения дополнительных соединительных муфт, возможно применение кабеля типа ОКСН для прокладки в лотках, кабельной канализации и т.д. при условии соблюдения требований, приведенных в пунктах 4.18.5, 4.18.7 и 4.18.10 настоящих Правил.

4.18.4 Подвес ОКСН по территории ПС с использованием существующих сооружений (опор ВЛ, порталов) не должен приводить к нарушениям допустимых изоляционных расстояний между открытыми токоведущими частями ВЛ и ОРУ с ОК, препятствовать использованию механизмов и инвентарных устройств, и их подъезду к элементам подстанций при эксплуатации и ремонтных работах в соответствии с действующими нормами и правилами. При приближении ОКСН к открытым токопроводящим частям необходимо рассчитывать наведенный потенциал электрического поля и выбирать оболочку ОКСН на основании расчета в соответствии с 4.15.2 настоящих Правил.

4.18.5 ОК, прокладываемые по территории ПС в кабельной канализации, кабельных лотках и в грунте, а также внутри зданий и сооружений должны удовлетворять требованиям [27].

4.18.6 При размещении ОК на подстанциях следует предусмотреть:

- 1) установку кабельных бирок через каждые 50 м и любых изменениях кабельной трассы;
- 2) установку информационных табличек на опоры и приёмные порталы в местах расположения оптических муфт;
- 3) устройство размещения запаса и крепления муфты (типа БШ-1-02.03) на приёмном портале закрепить на высоте по согласованию с заказчиком;
- 4) использование сигнальной ленты при прокладке оптического кабеля в грунт;
- 5) при прокладке ОК в грунте под дорогой (-ми), на территории ПС, заложить две трубы, с обязательной последующей герметизацией, вылет труб

за пределы профиля дороги не менее 1 (одного) метра, с установкой замерных столбиков.

4.18.7 При выборе ОК ввода на ПС необходимо дополнительно учитывать следующие основные требования:

1) наружная полимерная оболочка кабеля не должна поддерживать горение. Допускается применение кабеля в полиэтиленовой оболочке при прокладке в лотках с силовыми кабелями, и внутри зданий и сооружений при условии его защиты огнезащитным составом;

2) кабели должны иметь тот же тип оптического волокна, что и применяемые на ВОЛС-ВЛ;

3) кабели должны устойчиво работать в тех же температурных режимах окружающей среды, что и кабель, применяемый на ВОЛС-ВЛ;

4) наружная оболочка кабеля, выходящего из муфт, соединяющих ОКГТ с плавкой гололеда с напряжением выше 20 кВ и ОКФП, должна быть выполнена из трекингостойкого полиэтилена.

4.18.8 В случае если защита от внешних механических повреждений и от грызунов не предусмотрена в конструкции ОК, то прокладку кабеля требуется проводить в специальных защитных полимерных трубах красного или оранжевого цвета или предусматривать другие мероприятия для защиты от грызунов и внешних механических воздействий, например, проводить прокладку в металлической трубе при спуске с опоры ВЛ или портала, защиту бетонными плитами при переходе дорог, защиту заземленными металлическими уголками или швеллерами при прохождении в лотках и т. п.

Защитные полимерные трубы и применяемые для герметизации вводов кабеля в защитные трубы материалы, должны быть устойчивы к солнечной радиации и перепадам температур в соответствии с климатическими условиями трассы ВОЛС-ВЛ.

Вводы ОК как в защитные полимерные трубы, так и в защитные металлические трубы должны быть загерметизированы. Герметизация должна осуществляться при помощи специальных манжет и термоусаживаемых трубок.

Прокладка кабелей в грунте при заходе на ПС или на территории ПС, как правило, осуществляется в открытую траншею ручным способом. В процессе укладки должны быть предприняты меры, исключающие нарушение его механических и оптических характеристик. Прокладка кабеля должна осуществляться в соответствии с 4.17.2.3 настоящих Правил.

4.18.9 При прокладке кабелей в общих кабельных каналах по территории ПС, на участках их прокладки внутри зданий, а также по стенам зданий следует учитывать возможность их выгорания вследствие аварийных ситуаций с силовыми или другими кабелями.

Для предотвращения таких ситуаций необходимо предусматривать специальные огнезащитные покрытия [28] ОК ввода или проводить самостоятельную (отдельную) прокладку ОК по территории электростанции в специальном кабельном канале или защитной полимерной трубе черного цвета в исполнении не распространяющем горение (ЗПТ НГ). По согласованию с Заказчиком ЗПТ НГ могут применяться с дополнительной цветовой идентификацией в виде продольных полос одного цвета, контрастного к основному цвету. Состав покрытия должен быть разрешен к применению для огнезащиты металлических, деревянных и других конструкций, изделий из пластика и других горючих материалов, вентиляционных коробов, а также кабельной продукции на промышленных объектах и в жилых помещениях.

4.18.10 Методы прокладки кабеля в защитной полимерной трубе (ЗПТ) в грунте, в лотках, в кабельных каналах и в эстакадах на территории ПС рассмотрены в 4.17.2.3 настоящих Правил, а также в инструкциях производителей по прокладке и монтажу защитных труб и укладке в них ОК, например [29]. Параметры кабеля для прокладки в ЗПТ должны соответствовать 4.17.3.7 настоящих Правил.

4.18.11 Прокладка ОК в помещениях до оконечного устройства, как правило, должна осуществляться по горизонтальным и вертикальным кабельростам, кабельным каналам и кабельным этажам с укладкой запаса длины ОК не менее 10 м в виде бухты с допустимым радиусом изгиба. Бухта крепится при помощи кронштейна в любом удобном месте, определяемом в разрабатываемом проекте по результатам проведенного натурного обследования.

4.18.12 Вводы ОК в помещения узлов связи энергообъектов для подключения кабелей к аппаратуре связи оконечных и промежуточных пунктов должны осуществляться:

1) Для ОК, прокладываемых в траншее, телефонной канализации, кабельных лотках, - через специальные помещения ввода кабелей (шахты), размещаемые, как правило, в подвальном (цокольном) помещении, а в зданиях без подвалов - на первом этаже с устройством приямков в полу помещения. При отсутствии в зданиях скрытых каналов, технических подполий или подвалов, кабель следует вводить в здания открытым способом по стенам зданий, как правило, боковым или со стороны двора.

2) Для ОКСН возможен заход воздушным путем на крышу или стену здания с прокладкой кабеля открытым способом по стенам зданий.

4.18.13 Разработку проектных решений по вводу кабелей в технические здания предприятий связи следует осуществлять с учетом обеспечения минимальной длины прокладки ОК внутри помещений, наименьшего количества изгибов, обеспечения допустимых радиусов изгиба кабелей, максимального использования существующего вводно-кабельного оборудования и металлоконструкций.













4.18.14 Необходимо обеспечить герметичность ввода оптических кабелей в здания для исключения попадания грунтовых вод и осадков.

4.18.15 Требования по герметизации приведены в [30].

#### 4.19 Цветовая маркировка и идентификационные признаки ОВ, ОМ

4.19.1 Для идентификации ОВ в ОК, на кассетах оптических муфт и в кроссах необходимо использовать двенадцать основных цветов, приведенных в Таблице 4.19.1 настоящих Правил и рекомендованных [31].

Таблица 4.19.1 Основные цвета для идентификации ОВ

Цвет		Цветовой стандарт	Индекс
белый		RAL	1013
красный		RAL	3000
чёрный		RAL	9005
жёлтый		RAL	1021
синий		RAL	5015
зелёный		RAL	6018
оранжевый		RAL	2003
серый		RAL	7000
коричневый		RAL	8003
бирюзовый		RAL	6027
фиолетовый		RAL	4005
розовый		RAL	3015

4.19.2 Для однозначной идентификации ОВ каждому порядковому номеру ОВ в ОМ (или центральной трубке) ставится в соответствие цвет или цвет в сочетании с дополнительной маркировкой (см. 4.19.3 настоящих Правил). Первые двенадцать ОВ обозначаются цветом согласно Таблице 4.19.2 настоящих Правил.

Таблица 4.19.2 Соответствие номера ОВ от 1 до 12 цвету окраски

Порядковый номер	Цветовое обозначение	Условное обозначение
1	синий	СИ
2	оранжевый	О
3	зеленый	З
4	коричневый	КО
5	серый	СЕ
6	белый	БЕ
7	красный	КР
8	черный	Ч
9	желтый	Ж
10	фиолетовый	Ф
11	розовый	Р
12	бирюзовый	БИ

4.19.3 В случае если ОМ (или центральная трубка) содержит от 13 до 24 ОВ, маркировка ОВ с порядковыми номерами выше 12 осуществляется при помощи дополнительного нанесения на ОВ повторяющихся одинарных черных полос (колец). Исключение составляет ОВ под порядковым номером 20. Оно окрашивается в красный цвет, и на него наносятся три повторяющиеся черные полосы. Каждому порядковому номеру ОВ от № 13 до № 24 в ОК, оптических муфтах и кроссе ставится в соответствие цвет согласно Таблице 4.19.3 настоящих Правил без пропусков.

Таблица 4.19.3 Соответствие номера ОВ от 13 до 24 цвету окраски

Порядковый номер	Цветовое обозначение	Условное обозначение
13	синий с черной полосой	СИ/Ч
14	оранжевый с черной полосой	О/Ч
15	зеленый с черной полосой	З/Ч
16	коричневый с черной полосой	КО/Ч
17	серый с черной полосой	СЕ/Ч
18	белый с черной полосой	БЕ/Ч

Окончание Таблицы 4.19.3

Порядковый номер	Цветовое обозначение	Условное обозначение
19	красный с черной полосой	КР/Ч
20	красный с тремя черными полосами	КР/ЧЧЧ
21	желтый с черной полосой	Ж/Ч
22	фиолетовый с черной полосой	Ф/Ч
23	розовый с черной полосой	Р/Ч
24	бирюзовый с черной полосой	Б/Ч

4.19.4 В случае если ОМ (или центральная трубка) содержит более 24 ОВ, волокна должны быть сгруппированы в отдельные пучки, каждый из которых включает в себя не более 24-х ОВ. Маркировка ОВ в пределах одного пучка выполняется согласно 4.19.2 и 4.19.3 настоящих Правил.

4.19.5 При группировании ОВ в пучки, каждый пучок должен быть промаркирован цветной нитью. Цвет нити, идентифицирующий пучок ОВ, выбирается согласно Таблице 4.19.1 настоящих Правил, начиная с синего цвета, без пропусков.

4.19.6 В случае если конструкция ОК содержит два и более полимерных модуля, последние так же должны быть окрашены в определенный цвет согласно Таблице 4.19.2 настоящих Правил, начиная с синего цвета, без пропусков.

В случае если количество полимерных ОМ в ОК составляет от 13-ти до 24-х, цветовая маркировка ОМ с порядковыми номерами выше 12 осуществляется так же согласно табл. 4.19.2 настоящих Правил, но при этом дополнительно на каждый ОМ должна быть нанесена продольная полоса черного цвета. Исключение составляет ОМ черного цвета — на него наносится белая продольная полоса.

Если конструкция ОК содержит более 24-х полимерных ОМ, то правила маркировки ОМ, начиная с 25-го ОМ, определяются производителем ОК.

4.19.7 В случае если конструкция ОК содержит от двух до двенадцати стальных ОМ, последние должны быть промаркированы цветными нитями, вкладываемыми в модули. Цвет нити, идентифицирующий оптический модуль, выбирается согласно Таблице 4.19.1 настоящих Правил, начиная с синего цвета, без пропусков.

Если конструкция ОК содержит более двенадцати стальных ОМ, то правила маркировки ОМ, начиная с 13-го ОМ, определяются производителем ОК.

4.19.8 В случае если конструкция кабеля содержит ОВ различных типов, они должны быть сгруппированы в различные модули или пучки ОВ.

4.19.9 В случае если конструкция кабеля содержит ОВ различных типов, то в муфте размещение сростков ОВ должно быть произведено на различных кассетах.

#### **4.20 Требования к модели трассы ВОЛС в ГИС формате для просмотра в ГИС приложениях**

4.20.1 ГИС трасс ВОЛС, сформированная в общепринятых форматах, должна содержать:

1) графическую информацию:

а) ось трассы ВЛ (линейный слой). Ось трассы является одним из основных элементов отображения ВЛ в ГИС и предназначена, в первую очередь, для идентификации (поиска) объекта среди множества прочих при отключенных вспомогательных (информационных) слоях. Ось ВЛ отображается одинарной ломаной линией с вертексами (узлами) в точках центров опор и с заданными (принятыми) геометрическими и цветовыми характеристиками (толщина, тип линии в соответствии с библиотекой условных знаков (далее - БУЗ), цвет по классу напряжения и т.п.). Объект «Ось трассы ВОЛС-ВЛ» обязательно содержит семантическую информацию о диспетчерском наименовании ВЛ. Визуальные характеристики и размещение диспетчерского наименования ВЛ по отдельным векторным слоям должно соответствовать принципам отображения осей ВЛ в зависимости от класса напряжения.

б) центры опор ВЛ (точечный слой). Центры опор отображаются в ГИС точечными условными знаками с заданными геометрическими параметрами, учитывающими фактическую конструкцию опоры (решетчатая, одностоечная, многостоечная). Кроме того, в качестве семантической информации, указывается их номер и шифр (фактические и/или проектные).

в) граница охранной зоны ВЛ (линейный слой). Границы охранной зоны определяются в соответствии с [32] и импортируются в ГИС в виде ломаных линий согласно требованиям библиотеки условных знаков (БУЗ) к их визуальным характеристикам.

г) объекты, пересекаемые ВЛ в границах охранной зоны (площадной, линейный, точечный слой). Площадные, линейные и точечные объекты, полностью или частично расположенные в охранной зоне ВЛ, отображаются в ГИС соответствующими заданному классификатору условными знаками - тематическими слоями (строения, ограждения, авто- и

железные дороги, растительность, опоры пересекаемых ВЛ и линий связи и т.д.). Объекты, для уверенной их идентификации, могут содержать либо упрощенную семантику, либо, в целях оптимизации объема информации, иметь графический вид, соответствующий своему типу (слою) в утвержденной БУЗ.

д) вдольтрассовые пути (линейный или площадной слой). Вдольтрассовые пути (проезды) в обязательном порядке должны быть отображены в ГИС как информация о возможности быстрого и беспрепятственного проезда к ВЛ и ее элементам. В зависимости от назначения и категории, а также формата полученной из других источников исходной информации о путях (проездах), дороги могут быть отображены как в линейном виде (в составе объектов, расположенных в охранной зоне ВЛ), так и в виде площадного объекта.

е) места установки муфт (точечный слой). Места установки проходных (соединительных, разветвительных) и тупиковых муфт на ВОЛС указываются в ГИС в виде единого точечного знака, характеристики отображения которого содержатся в БУЗ. Отдельным информационным слоем указывается пикетаж установки муфты.

2) семантическую (текстовую) информацию:

а) существующая (и/или проектная) нумерация опор. В качестве семантической информации при обозначении опор указывается их фактический и проектный номер (или только проектный, если фактические номера опор не определены). Номера опор могут располагаться как в отдельном векторном слое, так и в сводной таблице по ВЛ.

б) типы (шифры) опор. Типы (шифры), наряду с номерами опор, указываются в ГИС в качестве дополнительной информации при идентификации определенного (выбранного) участка ВЛ. Шифры опор могут отображаться либо в виде всплывающего окна при наведении курсора на опору (относительно сложная реализация), либо располагаться в отдельном семантическом (векторном) слое (как вариант – в том же, где номера опор), либо выводиться для обзора в текстовой (табличной) форме по данным паспорта ВЛ.

в) марки провода и троса. Отображаются в табличном виде и служат для информации о характеристиках проводов и тросов в пролетах ВЛ.

г) климатические условия. Сведения формируются из Паспорта ВЛ и в табличном виде отображаются в ГИС.

д) строительные длины (барабаны). Сведения формируются из рабочей документации по ВОЛС и отображаются в ГИС.

е) прочая необходимая техническая информация из паспорта ВЛ. Сведения формируются из Паспорта ВЛ и в табличном виде отображаются в ГИС.



ж) информация об осмотрах ВЛ. Сведения формируются из Паспорта ВЛ и в табличном виде отображаются в ГИС.

з) сведения о реконструкциях ВЛ. Сведения формируются из Паспорта ВЛ и в табличном виде отображаются в ГИС.

3) Растровую информацию:

а) геопривязанные и трансформированные общегеографические (открытые) карты с существующими на момент их создания сведениями о подъездных путях и ближайших населенных пунктах. Информация необходима, в первую очередь, для выявления местоположения (локализации) необходимых участков ВЛ, планирования основных маршрутов подъезда к ним и определения близлежащих населенных пунктов.

В качестве информационной растровой подложки для наложения векторных материалов также могут быть использованы данные из открытых электронных источников.

4.20.2 Система координат ГИС. Для наиболее эффективного использования системы, а также в целях унификации и совместимости массивов данных как между собой, так и с другими ГИС-приложениями, в качестве основной системы применяется, как правило, общемировая система координат WGS84.

4.20.3 Порядок работы с ГИС. Алгоритмы работы и порядок получения информации из ГИС зависит от выбранной платформы (программного обеспечения, ГИС-приложения). Информация может отображаться в нескольких вариантах:



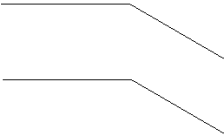
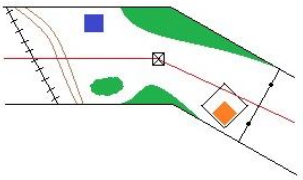
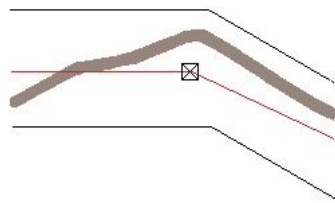

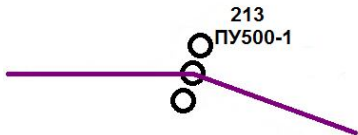
1) По сформированному запросу-выборке необходимых сведений из базы данных (например, SQL-запрос в среде MapInfo).

2) В виде всплывающих информационных окон при клике на объект (например, ГИС «Панорама», GlobalMapper).

3) В виде включения и отключения информационных слоев (например, стандартная ГИС на основе САД).

4.20.4 Корректировка и дополнение информации в уже существующих в эксплуатируемых предприятиях ГИС должны производиться с учетом форматов и структуры настоящих Требований. В случае невозможности внесения новой информации в существующую ГИС по техническим причинам (например, при несовпадении атрибутивных характеристик), атрибуты слоев могут быть изменены на наиболее подходящие, в зависимости от каждой конкретной системы.

Библиотека условных знаков (БУЗ, как вариант).

 <p>ВЛ 220 кВ Иваново-Петрово ВЛ 110 кВ Иваново-Петрово ВЛ 35 кВ Иваново-Петрово</p>	<p>Ось ВЛ с диспетчерским наименованием и цветовой градацией по классу напряжения</p>
	<p>Решетчатая опора ВЛ Трехстоечная опора ВЛ Одностоечная опора ВЛ</p>
	<p>Границы охранной зоны ВЛ</p>
	<p>Объекты, пересекаемые ВЛ в границах охранной зоны (ж/д, автодорога, строение, растительность, ограждения, пересекаемая ЛС)</p>
	<p>Вдольтрассовые пути и проезды</p>
	<p>Проходные (соединительные, разветвительные) и тупиковые муфты</p>
	<p>Нумерация опор Шифр опор</p>

а)

Напряжение	№№ опор	Марка провода	Число проводов в фазе	Марка троса
110 кВ	П-11	АС-150/19	1	С-50
	11-12	АС-150/19		
	12-23	АС-70/11		С-70
	23-24	АС-70/11		
	24-П	АС-70/11		

Марки провода и троса

10. Район климатических условий:

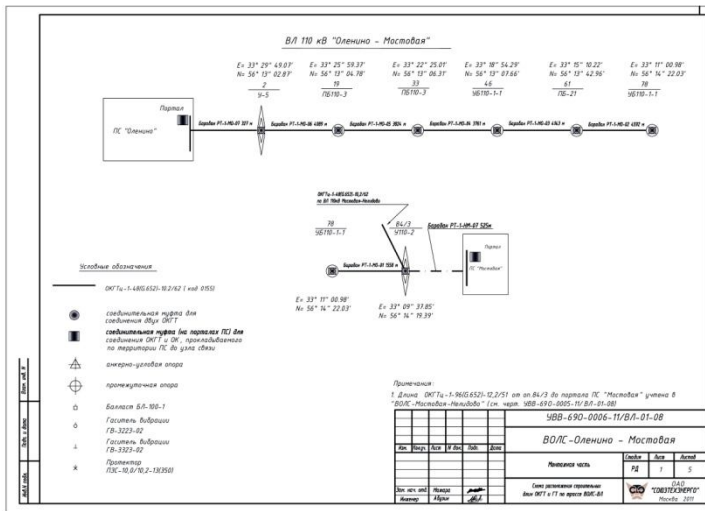
- а) по ветру – 2;
- б) по гололеду – 2;
- в) по интенсивности пляски проводов и тросов – 1;
- г) по среднегодовой продолжительности гроз – 4;
- д) по степени загрязненности атмосферы (СЗА) – 1 и 2.

11. Температура воздуха:

- а) среднегодовая – +5°
- б) низшая – -30°
- в) высшая – +35°

12. Участки с особыми условиями – НЕТ.

Климатические условия



Строительные длины ВОЛС

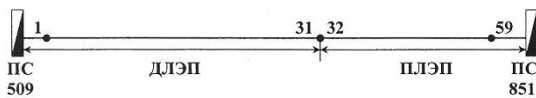
## ПАСПОРТ

ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

110 кВ Иваново-Петрово

1. Год постройки – 1964
2. Дата ввода в эксплуатацию – 1967
3. Диспетчерское наименование – Пахра - 1/а 2
4. Наименование проектной организации
5. Наименование строительной – монтажной организации

И. Схема линии электропередачи



Прочая необходимая информация из Паспорта ВЛ

б)

Рисунок 4.20.1 (а, б) Библиотека условных знаков

4.20.5 Предлагаемые решения цветовой градации по классам напряжения представлены в Таблице 4.20.2 настоящих Правил. Данные решения могут быть скорректированы в случае, если уже существуют требования к градации ВЛ по цветам в зависимости от класса напряжения (утвержденные или сложившиеся).

Таблица 4.20.2 Цветовая градация по классам напряжения

Цвет	Класс напряжения
RGB (130:100:50)	35 кВ
RGB (0:180:200)	110 кВ
RGB (200:200:0)	220 кВ
RGB (0:140:0)	330 кВ
RGB (165:15:10)	500 кВ
RGB (0:0:200)	750 кВ

4.20.6 На рис. 4.20.2 и 4.20.3 настоящих Правил представлен пример отображения объектов в ГИС.

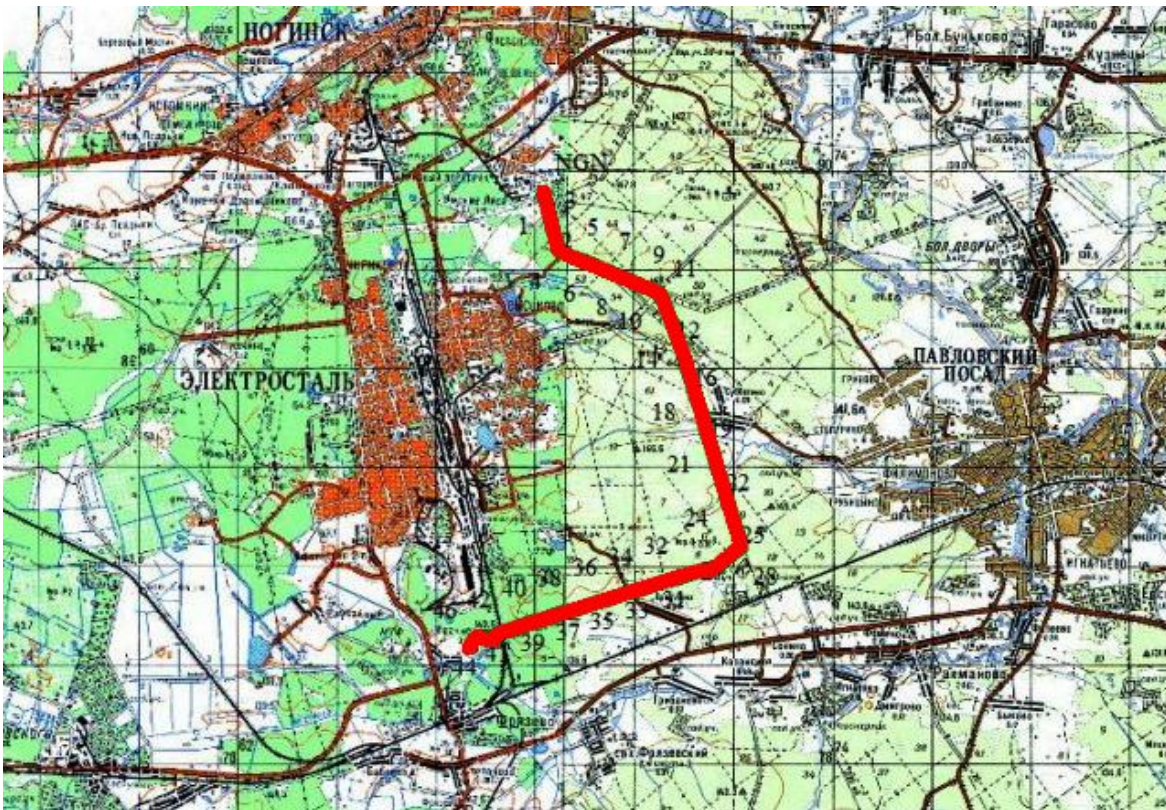


Рисунок 4.20.2 Пример отображения объектов в ГИС. Общий вид ВЛ

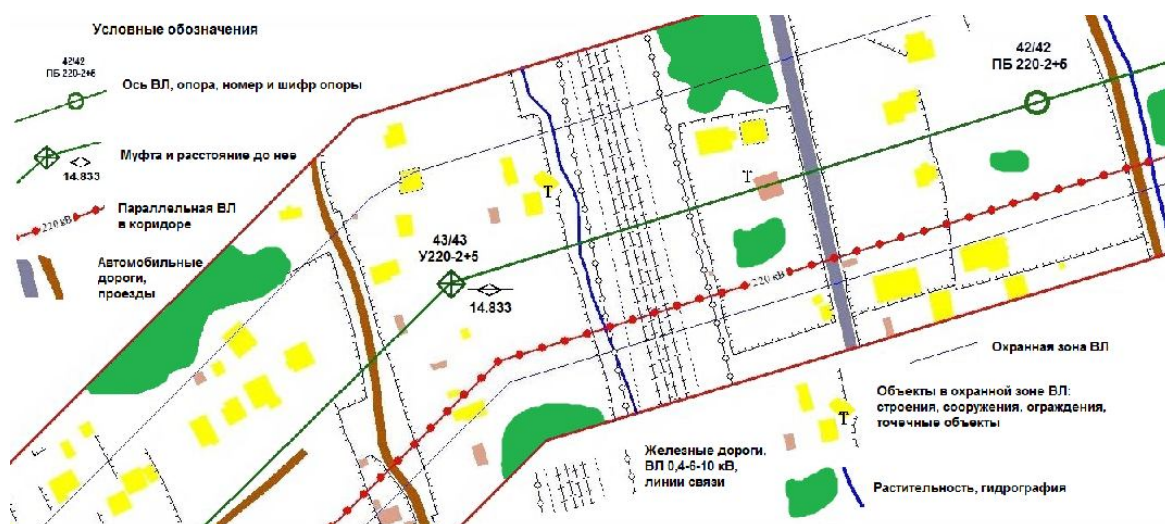


Рисунок 4.20.3 Пример отображения объектов в ГИС. Вид участка трассы ВЛ

## 5 Требования к предпроектному обследованию

### 5.1 Общие положения

5.1.1 Обследование технического состояния ВЛ и ее компонентов и рекомендации по выполнению дистанционного обследования, следует выполнять в соответствии с [33].

5.1.2 При организации ВОЛС на вновь сооружаемых ВЛ все необходимые изыскания по трассе выполняются в объеме, необходимом для проектирования строительства ВЛ, а опоры, фундаменты и закрепления в грунте должны быть рассчитаны в том числе на подвес ОК.

5.1.3 При организации ВОЛС на действующих ВЛ для оценки технического состояния ВЛ необходимо выполнить инструментальное обследование следующих элементов ВЛ в зависимости от типа ОК:

- 1) При подвесе любого типа ОК:
  - а) опор;
  - б) фундаментов;
  - в) закреплений опор в грунте.
- 2) При подвесе ОКГТ, дополнительно:
  - а) сохраняемого существующего ГТ на участках совместного подвеса с вновь монтируемым ОКГТ.
- 3) При подвесе ОКНН, дополнительно:
  - а) существующих ГТ, на которых предполагается выполнить навивку ОКНН;
  - б) фазных проводов, на которых предполагается выполнить навивку ОКНН.

Для определения необходимых параметров ВЛ (координаты опор, длины пролетов между опорами, стрелы провеса проводов и т.д., а также дополнительно для определения других объектов, появившихся в процессе эксплуатации ВЛ, в полосе не менее 6 м от крайних фазных проводов в не отклонённом положении по обе стороны от ВЛ) рекомендуется выполнять дистанционное обследование ВЛ.

5.1.4 Предпроектное инструментальное и дистанционное обследования ВЛ, на которой организуется ВОЛС, должны выполняться специализированными организациями, имеющими необходимые разрешения для проведения данных видов работ, а также необходимое для этого оборудование.

5.1.5 В зависимости от типа ОК существенно различается объем обследования действующих ВЛ для организации ВОЛС:

1) при подвесе ОК должно быть выполнено инструментальное обследование элементов ВЛ согласно п. 5.1.3;

2) при подвесе любого типа ОК в местах пересечения с другими ВЛ должны быть определены координаты граничных опор пролета пересекаемой ВЛ, высоты подвеса фазных проводов и ГТ (при наличии), стрелы провеса фазных проводов с указанием температуры, а также токовой нагрузки и климатических условий на момент измерения стрел провеса, а именно температуры воздуха и скорости ветра, необходимых для расчета температуры фазных проводов в момент измерения, стрелы провеса ГТ с указанием температуры окружающей среды в момент измерения;

3) при подвесе ОКСН, ОКФП (на нижней траверсе), ОКГТ в межфазном пространстве, ОКНН (навитого на нижний провод ВЛ до 150 кВ) должны быть определены стрелы провеса фазных проводов с учетом токовой нагрузки и температуры окружающей среды в момент съемки и определен рельеф местности (должны быть определены точки поверхности земли или выполнен топоплан по всей трассе ВЛ в формате dwg или dxf, на котором для каждого элемента горизонталей отметок высот, выделенных в отдельный слой, в его свойствах должно быть указано значение высоты (elevation) для проверки расстояний от ОК с максимальной стрелой провеса и после вытяжки до поверхности земли). Данные измерения рекомендуется выполнять методом воздушного лазерного сканирования.

4) при подвесе ОКГТ на тросостойке взамен ГТ должны быть определены стрелы провеса фазных проводов, подвешенных на верхней траверсе, с учетом токовой нагрузки и температуры окружающей среды в момент съемки. На участках совместного подвешивания с сохраняемым существующим ГТ на двухтросовых тросостойках должны быть определены стрелы провеса существующего ГТ с учетом температуры окружающей среды в момент съемки.

5) при подвесе ОКФП на траверсах кроме нижней или навивке ОКНН на провода кроме нижнего должны быть определены стрелы провеса фазных проводов с учетом токовой нагрузки и температуры окружающей среды в момент съемки и при необходимости стрелы провеса существующего ГТ с учетом температуры окружающей среды в момент съемки;

6) при подвесе всех типов ОК должны быть определены отметки высот в местах установки опор для определения перепада высот в пролёте и корректного расчёта стрел провеса и габаритов.

5.1.6 В отчете по предпроектному обследованию ВЛ должна быть представлена общая информация (о методах проведения обследования, использованных приборах и инструментах и т.д.), результаты оценки технического состояния ВЛ с определением остаточного ресурса компонентов ВЛ, требования к выбранному типу ОК, ситуационный план прохождения ВОЛС-ВЛ, выполнен анализ возможности подвеса выбранного ОК на существующих опорах ВЛ с учетом определенного остаточного ресурса опор, фундаментов или закреплений в грунте.

## **5.2 Сбор исходных данных и дистанционное обследование ВЛ**

5.2.1 В рамках предпроектного обследования должна быть рассмотрена вся имеющаяся информация по ВЛ, на которой организуется ВОЛС: паспорт линии, поопорная ведомость, отчеты о периодических осмотрах, отказах, планы подстанций, схемы опор, применяемых на ВЛ и т.п.

5.2.2 Для выбора строительных длин ОК и определения допустимых изоляционных расстояний в соответствии с требованиями глава 4 настоящих Правил, необходимо выполнить дистанционное обследование наиболее оптимальным методом, а именно воздушным лазерным сканированием с определением следующих параметров ВЛ:

- 1) координаты всех опор;
- 2) длины пролетов между опорами;
- 3) углы поворота трассы;
- 4) стрелы провеса фазных проводов с учетом токовой нагрузки и температуры окружающей среды;
- 5) ненормативные отклонения опор от вертикального положения;
- 6) ненормативные отклонения траверс опор от горизонтального положения.

5.2.3 Если по данным инструментального натурного обследования на основании дистанционного обследования, согласно [3], выявлено ненормативное состояние ВЛ, а именно ненормативные отклонения опор от вертикального положения, отклонения траверс опор от горизонтального положения и т.д., то Заказчиком и эксплуатирующей организацией должно

быть принято решение о приведении ВЛ в нормативное состояние или выполнение реконструкции, в рамках которой должна выполняться организация ВОЛС.

5.2.4 В связи с тем, что в паспортах не всегда отражены применяемые на ВЛ узлы крепления на тросостойке, то при организации ВОЛС на действующих ВЛ на стадии предпроектного обследования с помощью эксплуатирующей организации должны быть уточнены опоры с нетиповыми креплениями на тросостойке.

### **5.3 Обследование технического состояния ВЛ**

5.3.1 Обследование технического состояния опор и фундаментов ВЛ должно проводиться инструментально, с применением методов неразрушающего контроля.

5.3.2 Для информации о типе фундаментов или о закреплениях в грунте на ВЛ, на которой подвешивается ОК, перед проведением инструментального обследования, предприятие электрических сетей, эксплуатирующее эту ВЛ, должно предоставить архивные материалы проектной и рабочей документации, а также информацию о замененных или доработанных решениях в процессе эксплуатации.

5.3.3 В случае, если по результатам инструментального обследования на основании оценки дефектов компонентов ВЛ, выявлены дефекты групп А и Б, согласно [33], и состояние ВЛ определено как неработоспособное, то Заказчиком и эксплуатирующей организацией должно быть принято решение об устранении дефектов компонентов ВЛ или выполнение реконструкции, в рамках которой должна выполняться организация ВОЛС.

### **5.4 Ситуационный план расположения трассы ВОЛС**

5.4.1 Для проведения предпроектного обследования, а также дальнейшего проектирования составляется ситуационный план ВОЛС-ВЛ.

5.4.2 Ситуационный план ВОЛС выполняют на карте в масштабе 1:50 000 или 1:100 000.

5.4.3 На плане должно быть отражено:

- 1) границы и административное деление территории, по которой проходит ВОЛС;
- 2) пересечение с реками, железными дорогами, автодорогами;
- 3) начальный и конечный пункт трассы ВОЛС;
- 4) наименование ВЛ, на которой предполагается размещение ВОЛС.

Пример ситуационного плана приведен на рис. 5.4.1 настоящих Правил.



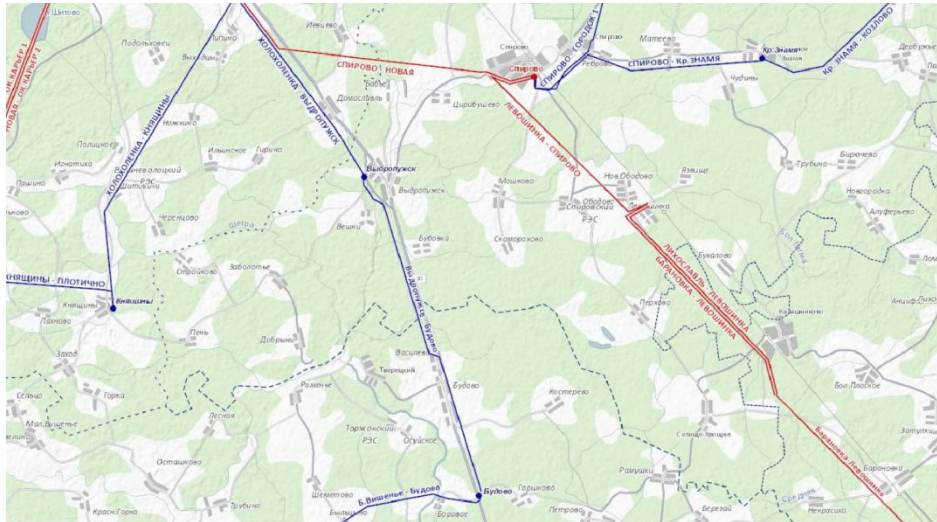


Рисунок 5.4.1 Ситуационный план трассы ВОЛС

## 6 Основные требования и нормы к составу проекта

### 6.1 Общие положения

6.1.1 Состав и оформление проекта ВОЛС-ВЛ определен [34] и зависит от того является ли ВЛ действующей, вновь строящейся или реконструируемой. На рис. 6.1.1 настоящих Правил приведена структурная схема работы над типовым проектом, включающим в себя подготовку документации после предпроектного обследования, разработку проектной и рабочей документации.

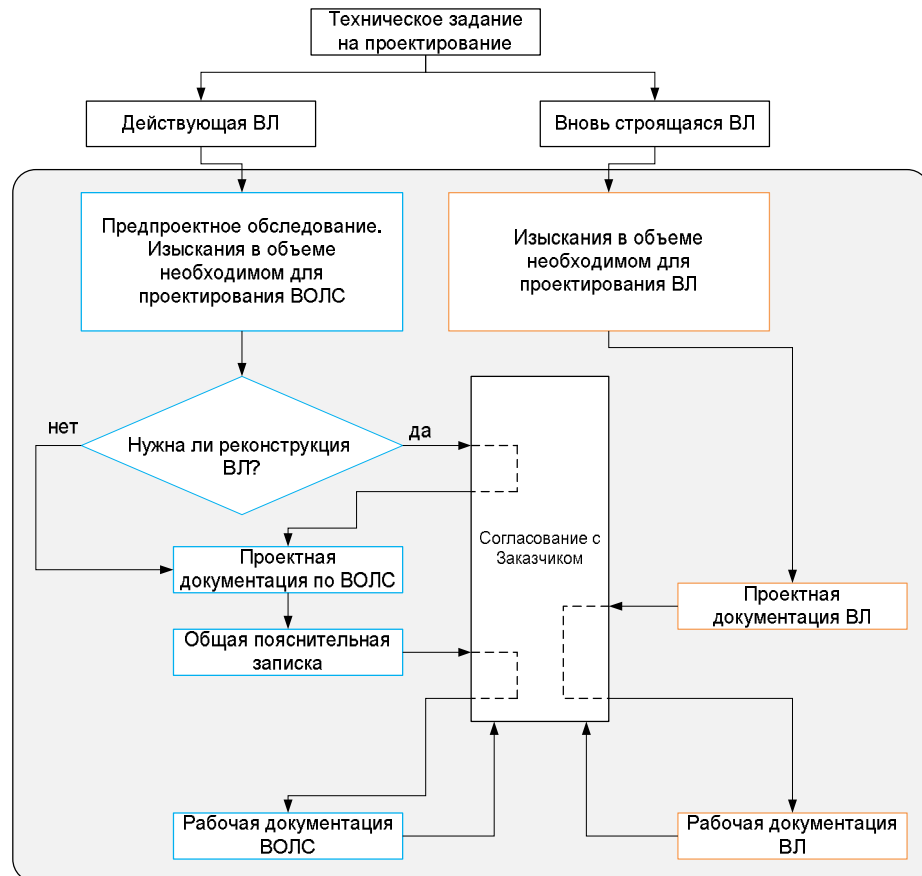


Рисунок 6.1.1 Структурная схема и состав типового проекта

6.1.2 При проектировании ВОЛС на действующих ВЛ должно проводиться предпроектное обследование ВЛ. На рис. 6.1.2 настоящих Правил приведена структурная схема и общий порядок работы при обработке данных, полученных во время предпроектного обследования.



Рисунок 6.1.2 Структурная схема и порядок работы при предпроектном обследовании ВЛ

6.1.3 В пояснительной записке должны быть представлены результаты предпроектного обследования со ссылкой на отчет по предпроектному обследованию, который должен прилагаться к пояснительной записке.

## 6.2 Основные нормы и требования, предъявляемые к составу и содержанию проектной документации

### 6.2.1 Общие положения

6.2.1.1 Проектная документация должна содержать текстовые и графические материалы, описывающие конструктивные и инженерно-технические решения для строительства ВОЛС-ВЛ и разрабатываться в соответствии с ГОСТ Р 21.1101, ГОСТ 21.406, ГОСТ Р 21.1703 и ГОСТ 26599.

6.2.1.2 Проектная документация разрабатывается:

1) для ВОЛС-ВЛ на вновь строящихся ВЛ - на основании задания на проектирование, выполненных изысканий в объеме проектирования ВЛ и

принятых в проекте ВЛ решений (расстановка опор, типы опор, длины пролетов, стрелы провеса фазных проводов и т. д.);

2) для ВОЛС-ВЛ на действующих ВЛ - на основании задания на проектирования, предпроектного обследования и выполненных изысканий в объеме проектирования ВОЛС (длины пролетов, стрелы провеса фазных проводов при токовой нагрузке и температуре окружающей среды и т. д.).

6.2.1.3 При проектировании ВОЛС на вновь строящихся ВЛ все разрабатываемые разделы ПД на ВОЛС-ВЛ являются частью соответствующих разделов, выполняемых в составе проектной документации на сооружение ВЛ. По требованию Заказчика на вновь строящихся ВЛ допускается выполнять раздел ВОЛС-ВЛ отдельным томом. Состав разделов проектной документации на линейные объекты капитального строительства и требования к их содержанию определены [35].

Для строительства ВОЛС-ВЛ на действующих ВЛ состав разрабатываемых разделов ПД должен соответствовать составу разделов [35] и ЗП.

## **6.2.2 Типовой состав и содержание общей пояснительной записки**

6.2.2.1 В общую пояснительную записку должны входить следующие разделы:

- 1) справка главного инженера проекта;
- 2) основания для проектирования;
- 3) перечень объектов строительства;
- 4) описание и характеристики трассы ВОЛС-ВЛ;
- 5) предпроектное обследование трассы ВОЛС-ВЛ.

В разделе приводится обобщенный результат обследования ВОЛС-ВЛ по заданной в задании на проектирование ВЛ или обобщенные результаты различных вариантов обследования ВЛ. В полном объеме результаты всех видов проведенных обследований ВЛ и расчеты возможности подвеса выбранного ОК на существующих опорах ВЛ с учетом остаточного ресурса опор, фундаментов или закреплений в грунте приводятся в приложениях к пояснительной записке и отчете по предпроектному обследованию.

- 6) термическое воздействие токов КЗ на ОКГТ;

Должны быть приведены краткие результаты расчетов. В полном объеме результаты расчетов приводятся в приложении к пояснительной записке.

- 7) расчет наведенного потенциала электрического поля;
- 8) климатические условия;
- 9) механический расчет ОК;
- 10) физико-механические и электрические параметры ОК;

11) расчет тоннажности рядов арматуры и изоляторов;

12) расчет прочности опор ВЛ с учетом нагрузок от подвешиваемого ОК и остаточного ресурса существующих опор, а при возникновении от него дополнительной нагрузки в соответствии с 4.6.7-4.6.9 настоящих Правил. Должны быть приведены краткие результаты расчетов. В полном объеме результаты расчетов приводятся в приложении к пояснительной записке.

13) расчет фундаментов и закреплений в грунте должен быть выполнен с учетом нагрузок от подвешиваемого ОК и остаточного ресурса фундаментов и ригелей, а при возникновении от него дополнительной нагрузки в соответствии с 4.6.7 - 4.6.9 настоящих Правил;

14) расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОК и фазными проводами, ГТ, и/или существующими ОК при различных климатических условиях;

15) расчеты на соблюдение допустимых наименьших изоляционных расстояний между эллипсами пляски ОК и эллипсами пляски фазных проводов, эллипсами пляски ГТ, и/или эллипсами пляски существующих ОК при различных климатических условиях;

16) крепление ОК на опорах;

17) защита от вибрации;

18) при наличии на трассе ВОЛС-ВЛ больших переходов в пояснительной записке должен быть соответствующий раздел, в котором приводятся: тип ОК, технические решения, крепления ОК, схема организации ВОЛС, общие результаты расчета опор и фундаментов (все расчеты сводятся в приложение), защита от вибрации и т.д.;

19) строительно-монтажные работы на ВЛ;

20) размещение ОК на энергообъектах;

21) плавка гололеда на ОКГТ;

22) система мониторинга состояния и температуры ОВ;

Должно быть приведено краткое описание организации системы и расположения измерительного оборудования. Дополнительные материалы приводятся в приложении.

23) организация строительства;

Раздел должен содержать:

- а) характеристику местности с указанием пересекаемых объектов;
- б) метеорологические сведения по трассе с рекомендациями, определяющими период времени выполнения работ;
- в) ведомость необходимого количества машин и механизмов;

- г) рекомендации по расположению баз строителей;
- д) расчет необходимой рабочей силы;
- е) методы производства работ;
- ж) схему организации связи во время строительства;
- з) календарный план строительства.

По требованию заказчика данный раздел может быть оформлен в виде самостоятельного документа.

- 24) мероприятия по охране окружающей среды;

В состав раздела включается:

- а) воздействие проектируемого объекта на окружающую природную среду района расположения объекта;

- б) перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду.

- 25) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

В состав раздела включается:

- а) характеристика пожарной опасности технологических процессов, используемых на линейном объекте;

- б) описание и обоснование проектных решений, обеспечивающих пожарную безопасность линейного объекта;

- в) сведения о категории оборудования по взрывопожарной и пожарной опасности;

- г) описание организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности линейного объекта.

- 26) организация эксплуатации;

- 27) организация ремонтных и аварийно-восстановительных работ на ВОЛС-ВЛ;

- 28) сведения о соблюдении в проекте норм, правил, инструкций, стандартов;

- 29) ведомость ссылочных документов.

### **6.3 Основные требования и нормы, предъявляемые к составу и содержанию рабочей документации**

#### **6.3.1 Общие положения**

6.3.1.1 Рабочая документация должна содержать материалы, обеспечивающие реализацию принятых в проектной документации

конструктивных и инженерно-технических решений. Типовой состав рабочей документации представлен на рис. 6.3.1 настоящих Правил.

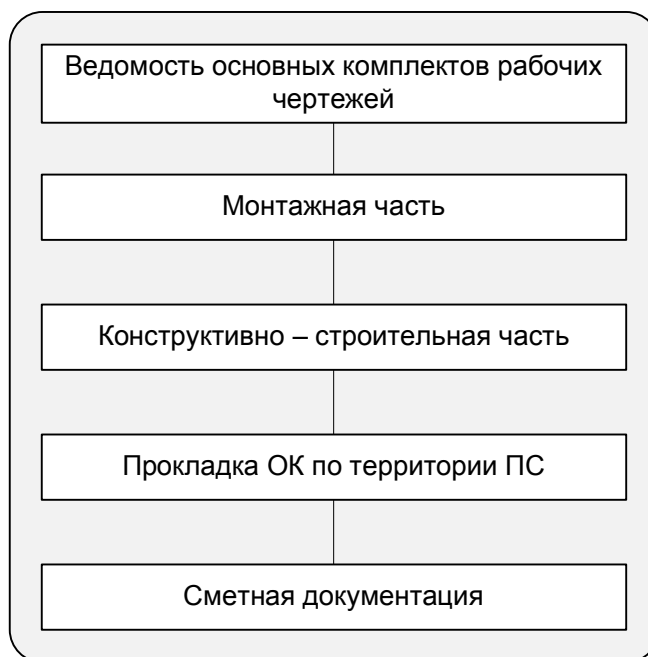


Рисунок 6.3.1 - Типовой состав рабочей документации

6.3.1.2 При организации ВОЛС на вновь строящихся ВЛ, каждый из указанных на рис. 6.3.1 настоящих Правил разделов является частью соответствующего общего раздела на сооружение ВЛ. По требованию Заказчика на вновь строящихся ВЛ допускается выполнять раздел ВОЛС-ВЛ отдельным томом.

6.3.1.3 При организации ВОЛС на действующих ВЛ все разделы разрабатываются как самостоятельный документ.

### **6.3.2 Типовой состав и содержание рабочей документации**

6.3.2.1 Ведомость основных комплектов рабочих чертежей.

В ведомости указываются обозначения и наименования комплектов, наименование стройки, а так же ссылки (обозначения чертежей) на ведомости рабочих чертежей основных комплектов.

6.3.2.2 Монтажная часть рабочей документации должна включать в себя:

- 1) общие данные;
- 2) ведомость рабочих чертежей основного комплекта;
- 3) ведомость ссылочных и прилагаемых документов основного комплекта;
- 4) монтажную ведомость;
- 5) таблицы монтажных тяжений и стрел провеса ОК;

- 6) схемы захода ОК на ПС;
- 7) схематический план трассы ВОЛС-ВЛ;
- 8) линейную схему ВОЛС;
- 9) схемы расположения гасителей вибрации;
- 10) ведомость гасителей вибрации;
- 11) схемы обводки шлейфа ОКГТ и ОКСН;
- 12) в случае подвеса ОКГТ взамен ГТ – схемы перехода через ВЛ, а при подвесе ОК в межфазном пространстве – схемы перехода через ВЛ, автомобильные, железные дороги, судоходные участки рек и иные сооружения;
- 13) схемы распределения ОВ в муфтах;
- 14) спецификации оборудования, изделий и материалов. Спецификации должны выполняться в соответствии с указаниями ГОСТ 21.110;
- 15) спецификации оборудования, изделий и материалов для аварийного запаса;
- 16) чертежи применяемых креплений ОК.

#### 6.3.2.3 Конструктивно-строительная часть должна включать в себя:

- 1) ведомость рабочих чертежей основного комплекта;
- 2) ведомость ссылочных и прилагаемых документов основного комплекта;
- 3) чертежи креплений ОК, муфт и запаса ОК;
- 4) чертежи установки узлов для натяжных и поддерживающих креплений на опоры ВЛ;
- 5) схему постоянного знака;
- 6) заказную спецификацию на металлические конструкции ВЛ;
- 7) заказную спецификацию на строительные конструкции ВЛ.

#### 6.3.2.4 Раздел прокладки ОК по территории подстанции, должен включать в себя:

- 1) ведомость рабочих чертежей основного комплекта;
- 2) ведомость ссылочных и прилагаемых документов основного комплекта;
- 3) схему прокладки ОК по территории ПС, энергообъекта с географически разнесенными трассами по отношению к трассам существующих ВОЛС»;
- 4) заказную спецификацию на металлические конструкции ВЛ;

- 5) заказную спецификацию на строительные конструкции ВЛ;
- 6) схемы распределения ОВ в муфтах;
- 7) схемы распределения ОВ в кроссе.

## **6.4 Сметная документация**

6.4.1 Данный раздел выполняется в полном объеме для объектов нового строительства, реконструкции и капитального ремонта, финансируемых частично или полностью за счет средств соответствующих бюджетов. Во всех остальных случаях необходимость и объем разработки указанного раздела указывается в задании на проектирование (в требованиях на разработку сметной документации).

6.4.2 Программный комплекс, применяемый для создания сметной документации, выбирается по согласованию с заказчиком.

6.4.3 Сметная документация составляется на основании спецификаций потребных материалов и ведомостей объемов работ.

6.4.4 Итогом данного этапа является оценочная стоимость всех видов работ и итоговая стоимость строительства ВЛ и ВОЛС.

6.4.5 Для определения стоимости комплексного строительства ВОЛС и ВЛ, составляется следующая сметная документация:

- 1) сводка затрат (при необходимости);
- 2) сводный сметный расчет стоимости;
- 3) объектные и локальные сметы или объектные и локальные сметные расчеты;
- 4) сметы на проектные и изыскательские работы.

Состав сметной документации может дополняться (уточняться) в соответствии с Заданием на проектирование.

6.4.6 К сметной документации прилагается пояснительная записка. В текстовой части пояснительной записки указываются:

- 1) сведения о месте расположения объекта;
- 2) перечень сборников и каталогов сметных нормативов, принятых для составления сметной документации на строительство;
- 3) обоснование особенностей определения сметной стоимости строительных работ для объекта;
- 4) обоснование принятых коэффициентов;
- 5) обоснование принятых коэффициентов инфляции к базовым ценам МТР и СМР;



б) другие сведения о порядке определения сметной стоимости строительства объекта, характерные для него.

6.4.7 Сводный сметный расчет составляется в текущем уровне цен или базисных ценах на 01.01.2000, с пересчетом в текущие цены с применением переводных коэффициентов. Решение о выборе уровня цен ССР должно быть прописано в Задании на проектирование.

6.4.8 Сводный сметный расчет стоимости (новое строительство) содержит следующие главы:

- 1) подготовка территории строительства;
- 2) основные объекты строительства;
- 3) объекты подсобного и обслуживающего назначения;
- 4) объекты энергетического хозяйства;
- 5) объекты транспортного хозяйства и связи;
- 6) наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения и газоснабжения;
- 7) благоустройство и озеленение территории;
- 8) временные здания и сооружения;
- 9) прочие работы и затраты;
- 10) содержание службы заказчика – застройщика;
- 11) подготовка эксплуатационных кадров;
- 12) проектные и изыскательские работы, авторский надзор.

В сводном сметном расчете стоимости приводятся итоги по каждой главе и по главам 1 - 7, 1 - 8, 1 - 12. Отдельной строкой предусматривается резерв средств на непредвиденные работы и затраты, определяемый по итогу глав 1-12 сводного сметного расчета.

6.4.9 Сводный сметный расчет стоимости (капитальный ремонт) содержит следующие главы:

- 1) подготовка территории строительства;
- 2) основные объекты строительства;
- 3) объекты подсобного и обслуживающего назначения;
- 4) наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения и газоснабжения;
- 5) благоустройство и озеленение территории;
- 6) временные здания и сооружения;
- 7) прочие работы и затраты;

- 8) технический надзор;
- 9) проектные и изыскательские работы, авторский надзор.

В сводном сметном расчете стоимости приводятся итоги по каждой главе и по главам 1 - 5, 1 - 6, 1 - 9. Отдельной строкой предусматривается резерв средств на непредвиденные работы и затраты, определяемый по итогу глав 1-9 сводного сметного расчета.

6.4.10 В случае отсутствия объектов, работ и затрат, предусмотренных соответствующей главой ССР, она пропускается без изменения номеров последующих глав.

6.4.11 После определения резерва средств на непредвиденные работы и затраты, подводится итог по сводному сметному расчету стоимости.

6.4.12 За итогом сводного сметного расчета стоимости указываются:

- 1) возвратные суммы, учитывающие реализацию материалов и деталей, полученных от разборки временных зданий и сооружений, в размере 15 процентов их сметной стоимости;

- 2) возвратные суммы, приводимые за итогом сводного сметного расчета, слагаются из итогов возвратных сумм, показанных справочно в объектных и локальных сметных расчетах (сметах) согласно 4.100.1 [36].

6.4.13 Прочие затраты являются составной частью сметной стоимости строительства, включаются в отдельную графу сметной документации в текущем уровне цен и могут относиться как к строительству в целом, так и к отдельным объектам и работам, учитываются в главах 1 и 9 сводного сметного расчета в графе 7 в виде лимита средств, расходуемых заказчиком для возмещения соответствующих затрат.

6.4.14 Основными затратами, подлежащими включению в главу 9, являются:

- 1) зимние удорожания;
- 2) добровольное страхование.

Остальные работы и затраты включаются в главу 9 при необходимости и в основном на основании данных ПОС.

6.4.15 Дополнительные затраты при производстве строительномонтажных работ в зимнее время определяются по нормативам [37], при производстве ремонтно-строительных работ в зимнее время – по нормативам [38]. Данные нормы определяются в процентном отношении от стоимости строительномонтажных работ по итогу глав 1-8 для объектов строительства и 1-6 для объектов капитального ремонта (графы 4, 5 и 8).

6.4.16 В местностях подверженных воздействию ветров, скоростью выше 10 м/с, к сумме дополнительных затрат, исчисленных по нормам Сборников, могут применяться повышающие коэффициенты, подтвержденные данными

действующего Справочника по климату России и справки местных органов гидрометеорологической службы.

6.4.17 При количестве ветреных дней со скоростью ветра более 10 м/с в зимний период превышающие 10 %:

свыше 10 % до 30 % - 1,05;

свыше 30 % - 1,08.

6.4.18 Приведенные выше коэффициенты доплат не применяются для объектов капитального ремонта, выполняемого без прекращения эксплуатации ремонтируемых зданий или в отапливаемых зданиях, или состоящего в устранении неисправностей конструкций, отделки, инженерного оборудования внутри здания при сохранении крыши и оконных заполнений.

6.4.19 Стоимость проектных и изыскательских работ для строительства определяются на основе сборников и справочников базовых цен, с пересчетом в текущий уровень по индексам, устанавливаемым Госстроем России.

6.4.20 Затраты на авторский надзор определяются расчетом в текущем уровне цен, согласно Приложению 8, п. 12.3 [36]. Необходимость проведения авторского надзора определяется заказчиком.

6.4.21 В случае необходимости экспертизы, ее стоимость для предпроектной и проектной документации определяется в соответствии с [39].

6.4.22 Стоимость разработки и экспертизы тендерной документации определяются расчетами по согласованию с заказчиком.

6.4.23 Перечисленные выше затраты учитываются в графах 7 и 8 Сводного сметного расчета.

6.4.24 Средства на возведение временных зданий и сооружений применительно начисляются по нормам сборников [40] и [41] в процентах от сметной стоимости строительных (ремонтно-строительных) и монтажных работ по существующим итогам локальной, объектной и сводной смет с включением полученных сумм в графу 7 локальной сметы, 4, 5 и 8 объектной сметы и сводного сметного расчета.

6.4.25 При использовании норм [40] на капитальный ремонт, реконструкцию и расширение действующих сооружений к нормам применяется коэффициент 0,8.

## **7 Организация строительства**

### **7.1 Организация и проведение подготовительных работ, включая мероприятия для подготовки к строительству ВОЛС**

7.1.1 В процессе подготовки к строительству ВОЛС-ВЛ должны быть выполнены следующие основные мероприятия:

- 1) изучена проектно-сметная документация;

- 2) по ГИС трасс ВОЛС, фотосхемам или другим представленным в проектной документации картографическим материалам, изучены и уточнены трассы прохождения ВОЛС-ВЛ, подъездные пути и т.д.;
- 3) изучены и уточнены условия производства работ;
- 4) составлены и согласованы со всеми заинтересованными сторонами (перечень указывается в задании на проектирование) проект производства работ (ППР) и графики их выполнения;
- 5) определены потребности в рабочей силе (по профессиям) и инженерно-технических специалистах;
- 6) определены потребности и подготовлены механизмы, автотранспорт и измерительная аппаратура;
- 7) произведен расчет, обоснование и заявлено материально-техническое обеспечение (инструменты, материалы, в том числе горючесмазочные, нетиповые конструкции, монтажные детали, соединительные муфты и др.);
- 8) входной контроль поступающих материалов, изделий, конструкций и оборудования;
- 9) организованы и размещены на трассе строительно-монтажные бригады.

7.1.2 До начала строительства административно-технический персонал строительной организации должен ознакомиться с трассой ВЛ.

При этом особое внимание должно быть обращено на сложные участки: речные переходы, пересечения железных и автомобильных дорог, пересечения с другими ВЛ, заходы на подстанции, планируемые места размещения соединительных муфт, другие коммуникации, заболоченные и скальные участки, населенные пункты и т.д. Также проверке на соответствие подлежат номера и координат опор, на которых предусмотрена установка соединительных муфт путем сопоставления координат, представленных в проектной документации и координат, полученных путем измерения GPS – приемником в процессе ознакомления строительной организацией с трассой ВЛ.

7.1.3 Входной контроль поступающих материалов, изделий, конструкций и оборудования должен включать проверку:

- 1) наличия соответствующих сертификатов;
- 2) наличия и надлежащего заполнения документа о качестве и соответствии приведенных в нем данных - характеристикам, установленным в нормативном документе, регламентирующем технические требования к данной продукции;

- 3) наличия маркировки, сохранности упаковки, наличия и сохранности защитных и окрасочных покрытий и т.п.;
- 4) проведение входного контроля всех барабанов с ОК на кабельной площадке по оптическим параметрам;
- 5) правильности складирования и хранения.

7.1.4 Организация и проведение подготовительных работ должны осуществляться в соответствии с утвержденными планами строительства, графиком материально-технического обеспечения и графиками отключения ВЛ.

7.1.5 Плановые расчеты, выполняемые на уровне строительного-монтажной организации, базируются на технологической документации (ПОС и ППР), календарных графиках производства работ, поступления материально-технических ресурсов и движения рабочей силы.

Планирование потребности в материальных средствах осуществляется в натуральных измерителях с указанием по проектным спецификациям типоразмеров, марок и т.п.

Формы оперативного планирования должны содержать все данные для отчетности.

7.1.6 Если после утверждения проектной документации до начала строительства объекта прошло несколько лет, то перед началом работ заказчик и генподрядчик должны проверить проектную документацию на предмет соответствия принятых в ней решений нормативным документам и технологии строительства, действующих на момент начала строительства и, при необходимости, провести ее корректировку.

## **7.2 Проект производства работ (ППР)**

7.2.1 Проект производства работ (ППР) – проект, определяющий технологию, сроки выполнения и порядок обеспечения ресурсами строительного-монтажных работ и служащий основным руководящим документом при организации производственных процессов.

7.2.2 Для строительства ВОЛС-ВЛ на действующих ВЛ разрабатывается самостоятельный ППР.

Для ВОЛС на вновь строящихся ВЛ раздел ППР, относящийся к подвесу и монтажу ОК, как правило, является частью общего ППР на сооружение линии электропередачи. Возможна разработка самостоятельного ППР по требованию Заказчика.

7.2.3 Проект производства работ разрабатывается генеральным подрядчиком строительного-монтажной организации. На отдельные виды монтажных и специальных работ проекты производства работ разрабатываются организациями, выполняющими эти работы. Проекты производства работ по заказу генеральной подрядной или субподрядной строительного-монтажной

организации могут разрабатываться проектными, а также проектно-технологическими учреждениями (институтами).

7.2.4 Исходными материалами для разработки проекта производства работ по строительству ВОЛС-ВЛ должны служить:

- 1) задание на разработку ППР, выдаваемое строительной организацией, как заказчиком ППР, с обоснованием необходимости его разработки и указанием сроков разработки;
- 2) проект организации строительства (в случае разработки в составе проектной документации);
- 3) необходимая рабочая документация;
- 4) условия поставки конструкций, готовых изделий и материалов, использования строительных машин и транспортных средств.

7.2.5 В состав проекта производства работ по строительству ВОЛС-ВЛ включается:

- 1) календарный план производства работ;
- 2) схематический план трассы ВОЛС-ВЛ;
- 3) график поступления на трассу конструкций, изделий и материалов;
- 4) график потребности в рабочих кадрах;
- 5) график потребности в машинах и монтажных механизмах;
- 6) технология монтажа ОК;
- 7) документация для осуществления контроля и оценки качества строительно-монтажных работ;
- 8) перечень используемых технологических карт;
- 9) чертежи;
- 10) техническая характеристика ВОЛС-ВЛ, объемы строительно-монтажных работ;
- 11) обоснование решений по производству работ, в том числе, выполняемых на действующих ВЛ и в зимнее время;
- 12) организационная структура строительства;
- 13) материально-техническое обеспечение строительства;
- 14) расход ГСМ и вспомогательных материалов;
- 15) перечень временных зданий и сооружений;
- 16) связь между руководством строительства, монтажными участками и бригадами;

- 17) требования техники безопасности при производстве работ, в том числе, выполняемых на ВЛ под напряжением;
- 18) требования к производственной санитарии;
- 19) технико-экономические показатели.

7.2.6 ППР должен содержать согласованный РДУ и Заказчиком график отключений ВЛ для обеспечения производства работ.

### **7.3 Организация строительства, включая комплекс мероприятий по обеспечению объекта строительства материалами, оборудованием и инженерно-техническим персоналом**

#### **7.3.1 Общие положения**

7.3.1.1 Настоящие правила распространяются на сооружение ВОЛС-ВЛ на строящихся и действующих ВЛ 35 кВ и выше.

7.3.1.2 Рассматривается сооружение ВОЛС-ВЛ с подвесом четырех типов волоконно-оптического кабеля связи: встроенного в грозозащитный трос – ОКГТ, встроенного в фазный провод – ОКФП, самонесущего неметаллического – ОКСН и навивного – ОКНН.

7.3.1.3 При разработке решений по организации строительства необходимо руководствоваться требованиями законодательных и нормативных актов Российской Федерации, строительными нормами и правилами, стандартами, инструкциями и указаниями, утвержденными в установленном порядке [42], [43].

7.3.1.4 При осуществлении строительства и реконструкции принимаются меры по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

#### **7.3.2 Организация строительства**

7.3.2.1 Основным звеном управления строительным производством на конкретном объекте является подрядная организация.

Строительство ВОЛС-ВЛ может осуществляться на действующих и вновь строящихся ВЛ по общему или отдельному титулу.

7.3.2.2 Основные формы управления - контроль за выполнением работ, их непрерывный учет и регулирование, координация деятельности строительных подразделений и поставщиков материально-технических ресурсов, авторский надзор, осуществляемый проектной организацией.

Оперативное управление, как часть организации строительного производства, должно способствовать своевременному проведению строительного-монтажных работ в предусмотренной технологической последовательности.

Контроль и надзор, осуществляемые заказчиком, подрядчиком, проектной организацией и соответствующими государственными органами на всех стадиях строительства сопровождается ведением производственной документации.

7.3.2.3 Объект строительства обеспечивается материально-техническими ресурсами в соответствии с потребностью, определяемой проектно-сметной документацией, в строгом соответствии с технологической последовательностью производства работ в сроки, установленные договором подряда, календарным планом и графиком поставок.

Организация обеспечения объекта материалами и оборудованием, конструкциями и изделиями входит в обязанность подрядчика, если договором строительного подряда не предусмотрено, что обеспечение строительства в целом или в определенной части осуществляет заказчик.

7.3.2.4 Механизация работ по строительству ВОЛС должна быть комплексной и осуществляться с помощью специальных машин, оборудования, средств механизации и необходимой технологической оснастки.

Виды и количество средств механизации принимаются в ПОС и ППР, исходя из конструктивных особенностей ОК, объемов работ, темпов и условий производства работ.

Средства механизации и технологическая оснастка должны быть скомплектованы в нормокомплекты в соответствии с технологией производства работ.

При определении потребностей в механизмах следует исходить из объема механизированных работ, предусмотренных проектом, с уточнениями, произведенными на этапе организации и проведении подготовительных работ, в том числе:

- 1) подготовка дорог и подъездных путей;
- 2) подготовка монтажных площадок;
- 3) погрузка и разгрузка кабеля, арматуры и другого оборудования и приспособлений;
- 4) транспортировка и размотка кабеля;
- 5) подвес кабеля на ВЛ;
- 6) проведение измерений.

Персонал, работающий на машинах и механизмах: должен пройти обучение в аттестованном центре производителя оборудования. Машины и механизмы, в случае окончания срока гарантии, данной производителем, должны пройти техническое обслуживание в сертифицированном производителем сервисном центре с отметкой в паспорте технического средства, с обязательным указанием о поверке измерительных приборов.



7.3.2.5 Комплектование подразделений средствами механизации должно осуществляться с расчетом их экономически целесообразного использования. При этом должны учитываться конкретные природные условия и период производства работ.

7.3.2.6 Направляемые на трассу работ механизмы до отправки должны быть тщательно проверены, приведены в исправное состояние, укомплектованы инструментами, приспособлениями и запасными частями, необходимыми для их нормальной эксплуатации.

7.3.2.7 Строительной организацией должна проводиться рациональная подготовка рабочих мест с обеспечением материалами и средствами механизации; расположением мест хранения материалов и инструмента; правильной расстановкой рабочих и координацией их действий; проведением защитных мероприятий по технике безопасности, особенно на действующих ВЛ, вблизи действующих ВЛ и на пересечениях.

7.3.2.8 Подготовка строительного производства должна обеспечивать планомерное ведение строительно-монтажных работ и взаимоувязанную деятельность всех участников строительства объекта.

7.3.2.9 На вновь строящихся ВЛ к началу основных работ в пролете, подготавливаемом к монтажу кабеля, должна быть закончена установка всех опор с проверкой надежности их закрепления и соответствия их нормам и допускам, а также устроено заземление на всех опорах.

7.3.2.10 На подготовительной стадии достигается принципиальная договоренность с организацией, эксплуатирующей ВЛ, о предстоящих работах и возможности отключения ВЛ (отдельных цепей) в сроки, предусмотренные календарным планом работ.

К началу монтажных работ должна быть закончена установка конструкций, к которым подвешивается кабель, проверена пригодность подъездов к монтажным площадкам, а также возможность подъема монтажников на опоры.

## **7.4 Требования к проведению монтажа ОК на ВЛ**

### **7.4.1 Общие положения**

7.4.1.1 Работы по монтажу ОК должны производиться в соответствии с:

- 1) утвержденной проектной документацией, разработанной на основании материалов обследования ВЛ;
- 2) ППР, разработанным для конкретной ВОЛС-ВЛ и с учетом реальных условий монтажа;
- 3) инструкциями производителей кабеля и арматуры.

Запрещается осуществление работ без проектной документации и ППР, согласованных в установленном порядке с заказчиком строительства и эксплуатирующей ВЛ организацией. Отступления от принятых в них решений

должны быть согласованы и утверждены организациями, разработавшими и утвердившими их.

7.4.1.2 Организацию рабочего места, состав бригады, технико-экономические показатели следует принимать по технологическим картам на монтаж ОК.

7.4.1.3 При работах по монтажу ОК используются инструкции и руководства по применению конкретных машин, механизмов и монтажных приспособлений. Примерный перечень машин, механизмов, монтажных приспособлений и приборов, используемых для монтажа ВОЛС-ВЛ, приведен в конце данного раздела.

7.4.1.4 При работе с ОК необходимо учитывать специфические особенности оптического кабеля, чувствительного к раздавливающим усилиям и изгибам.

При монтаже необходимо соблюдать допустимые значения монтажных тяжений и радиусов изгиба, установленные технической документацией для конкретного типа ОК.

7.4.1.5 К монтажу ОК следует привлекать специализированные организации, имеющие допуски СРО на выполнение данного вида работ, укомплектованные рабочими соответствующей квалификации и оснащенные необходимыми средствами механизации, приборами и оборудованием для выполнения работ.

7.4.1.6 При монтаже ОК должны соблюдаться требования техники безопасности, изложенные в общестроительных правилах и нормативных документах, относящихся к электросетевым объектам.

Дополнительные требования, связанные со спецификой ОК, отражены в главе 7.7 настоящих Правил.

7.4.1.7 Фактическая стрела провеса кабеля, подвешенного на ВЛ, должна отличаться от проектного значения стрелы провеса не более, чем на 5% (с учетом температуры воздуха в момент замера) и при условии соблюдения расстояний до земли, пересекаемых и пересекающих объектов.

7.4.1.8 Расстояние между осью гасителя вибрации и осью поддерживающего зажима или шарнира натяжного зажима не должно отличаться от проектного значения более чем на 10 мм.

7.4.1.9 Диапазон температуры окружающего воздуха, при которой допускается монтаж ОК, устанавливается технической документацией для конкретного типа кабеля.

Монтаж не должен производиться при гололеде, осадках в виде дождя или снега, грозе, скорости ветра более 10 м/с.

7.4.1.10 Натяжная и тормозная машины, в случае окончания срока гарантийного действия, данного производителем, должны пройти техническое обслуживание в сертифицированном поставщиком сервисном центре с отметкой в паспорте технического средства с обязательным указанием о проверке приборов измерения тягового усилия и контроля тяжения.

## **7.4.2 Подготовка к монтажу**

7.4.2.1 Работы по монтажу ОК должны производиться в соответствии с инструкциями и руководствами по применению конкретных типов кабеля, машин, механизмов и приспособлений.

7.4.2.2 Для монтажа ВОЛС на действующих ВЛ строительно-монтажная организация должна согласовать с организацией, эксплуатирующей ВЛ, а также с организациями - владельцами пересекаемых линий сроки выполнения работ и порядок допуска персонала к работе.

7.4.2.3 Перед проведением монтажа ОК на конкретной действующей ВЛ должно быть проведено ее обследование.

При проведении обследования особое внимание должно уделяться:

- 1) при монтаже ОКГТ и ОКНН - состоянию грозозащитного троса, узлов его крепления и соединений;
- 2) при монтаже ОКФП – состоянию мест крепления кабеля на траверсах;
- 3) при монтаже ОКСН - состоянию мест крепления кабеля на траверсах и других элементах опор.

7.4.2.4 До начала монтажа ОКНН на опорах, где закреплены несколько ГТ, при необходимости, должны быть проведены работы по временному переносу мест крепления тросов, препятствующих прохождению навивочного устройства.

7.4.2.5 Выявленные при обследовании дефекты и повреждения элементов ВЛ должны быть устранены до начала работ по монтажу ОК.

7.4.2.6 За месяц до начала монтажных работ руководителю бригады (производителю работ) должна быть передана следующая техническая документация:

- 1) проект линейной части подвеса ОК на ВЛ;
- 2) проект организации работ;
- 3) проект производства работ.

7.4.2.7 До начала работ по монтажу кабеля должны быть проверены строительные длины ОК на барабанах. Каждому барабану с ОК присваивается номер, соответствующий номеру определенного строительного участка. На бирке, закрепленной на барабане, должны быть указаны тип кабеля, его длина, и номер барабана.

7.4.2.8 До начала производства работ по монтажу кабеля на переходах через линии связи, автоблокировки, ВЛ, железные и шоссейные дороги, судоходные реки строительной-монтажной организацией совместно с заинтересованными организациями (владельцами пересекаемых объектов) составляются протоколы взаимного согласования с указанием:

- 1) дат и часов производства монтажа кабеля;
- 2) дат и часов отключения контактных сетей железных дорог, ВЛ;
- 3) продолжительности "окон";
- 4) фамилий ответственных руководителей работ (от строительной-монтажной организации) и наблюдающих (от организации, эксплуатирующей пересекаемый объект);
- 5) организационных мероприятий по подготовке и безопасному выполнению работ;
- 6) технических мероприятий по предотвращению опускания ОК и троса-лидера на пересекаемый объект (устройство «ворот»; устройство тросовых перемычек, закрепленных на проводах; и т. п.).

7.4.2.9 К опорам ВЛ, на которых предусмотрена установка соединительных муфт, должен быть обеспечен подъезд автотранспорта и выбраны места для размещения монтажной техники.

7.4.2.10 До начала монтажа должен быть проведен внешний осмотр и проверка работоспособности используемых при монтаже ОК машин, механизмов и монтажных приспособлений.

До начала работы на основании инструкции по применению машин для раскатки кабеля с учетом конкретных условий проводится инструктаж бригады электролинейщиков.

Средства механизации, монтажные приспособления и такелаж должны быть скомплектованы и подготовлены для вывоза на трассу.

7.4.2.11 К началу монтажных работ должна быть обеспечена готовность пролета, соответствующего строительной длине кабеля, закончена установка опор ВЛ, на которых подвешивается ОК, проверена пригодность подъездов к монтажным площадкам, а также возможность подъема к рабочим местам на опорах.

Для подвеса ОКСН на опорах ВЛ должны быть установлены узлы крепления.

7.4.2.12 Предназначенный для монтажа кабель и линейная арматура должны пройти входной контроль качества в соответствии с главой 7.5 настоящих Правил.

### 7.4.3 Раскатка ОКГТ, ОКФП и ОКСН

7.4.3.1 Монтаж ОКГТ, ОКФП и ОКСН должен производиться в строгом соответствии с инструкциями и рекомендациями изготовителя ОК.

7.4.3.2 Монтаж ОК должен, как правило, производиться с отключением ВЛ, на которой эти работы ведутся.

Допускается производить монтаж ОК на ВЛ без ее отключения или с отключением одной цепи двухцепной ВЛ в следующих случаях:

- 1) при монтаже ОКСН с креплением его на уровне нижней траверсы у стойки опоры - без отключения ВЛ;
- 2) при монтаже ОКСН на двухцепных участках с креплением его выше нижней траверсы - с отключением одной цепи ВЛ;
- 3) при монтаже ОКГТ взамен ГТ на двухцепных участках - с отключением одной цепи ВЛ.

В этих случаях монтаж рекомендуется производить в сухую погоду. При этом в процессе производства работ должны быть строго соблюдены необходимые меры безопасности отраженные в ППР.

Монтаж муфт и их закрепление на опорах может производиться как с отключением ВЛ, так и на ВЛ, находящейся под напряжением (Монтаж муфт ОКФП только с отключением ВЛ).

7.4.3.3 Раскатка ОК ведется под тяжением с применением раскаточных устройств (тяговой и тормозной машин, раскаточных роликов и т.д.) и использованием специальных монтажных приспособлений и инструмента (ручных лебедок, трапов и т. п.). Натяжная и тормозная машины должны работать плавно, чтобы предотвратить рывки и биение кабеля во время его протяжки. Обе машины должны быть легко управляемыми и способные поддерживать постоянное тяжение и скорость раскатывания. Натяжная и тормозная машины должны быть оборудованы прибором измерения тягового усилия и ограничителем заданного максимального тяжения.

Типовая схема монтажа ОК на ВЛ представлена на рис. 7.4.1 настоящих Правил.

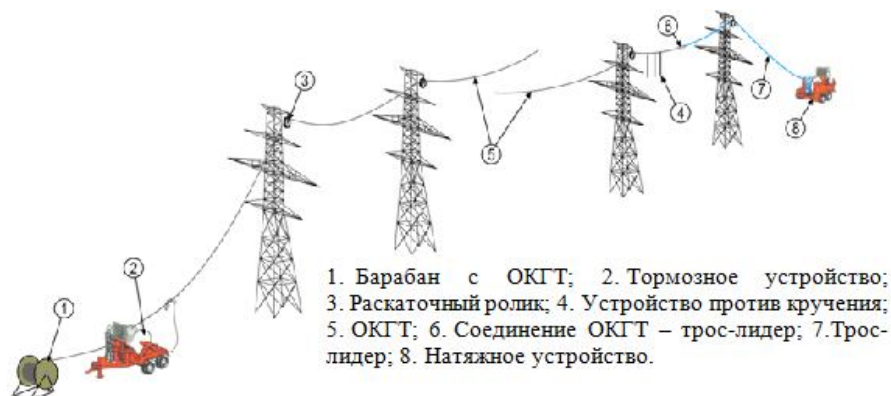


Рисунок 7.4.1 Типовая схема монтажа ОК на ВЛ

7.4.3.4 Во время раскатки ОК под тяжением между всеми наблюдателями и операторами машин должна быть обеспечена надежная радиотелефонная связь. При нарушении радиосвязи раскатка немедленно прекращается.

7.4.3.5 Запрещается производить раскатку ОК по земле. В отдельных случаях, при монтаже вручную одного-двух пролетов, допускается опускание на землю только небольших концов кабеля, при этом он должен быть уложен на подкладки из дерева, соломы и т. п.

7.4.3.6 Минимальное расстояние установки раскаточных машин от граничных опор монтируемого участка должно составлять тройную высоту от земли до места подвеса раскаточного ролика.

Расположение машин должно обеспечить отсутствие трения кабеля о щеки барабана, а также касания кабеля о другие конструкции или предметы.

7.4.3.7 Раскаточные машины на месте установки до начала работ должны быть надежно закреплены (заякорены) от сползания и заземлены.

7.4.3.8 Для раскатки ОК должен применяться «трос-лидер» из синтетического материала или стальной плетёный нераскручивающийся канат. «Трос-лидер» и ОК соединяются между собой специальными монтажными чулками, надеваемыми на их концы.

На время раскатки с целью предотвращения скручивания ОК между «тросом-лидером» и кабелем необходимо устанавливать вертлюг, а на начало кабеля - два балансира, первый из которых должен располагаться примерно на расстоянии 4 метра от начала кабеля; расстояние между балансирами также должно составлять около 4-х метров. За кручением можно следить с помощью матерчатого флажка, привязанного к кабелю, хорошо заметной цветной метки, нанесенной на поверхность кабеля, или по другим отметкам на кабеле.

Возможность использования демонтируемого грозозащитного троса в качестве «троса-лидера» обусловлена его состоянием - отсутствием повреждений, которые могут привести к нарушениям раскатки при прохождении троса по роликам.

7.4.3.9 Раскаточные ролики, подвешиваемые на каждой опоре монтируемого участка, должны обеспечивать допустимый для данного типа кабеля радиус изгиба, при котором исключается повреждение оптических волокон кабеля.

7.4.3.10 При раскатке ОК на прямых участках ВЛ применяются раскаточные ролики с внутренним диаметром, рекомендованным технической документацией для данного типа кабеля. На анкерно-угловых опорах с углом поворота более 30 град, необходимо применять ролики большего диаметра или сдвоенные (2 ролика на одном коромысле).

7.4.3.11 Раскаточные ролики должны иметь шлифованные или обрезиненные желоба. Малейшие неровности необходимо отшлифовать

наждачной бумагой для обеспечения гладкой поверхности. Ролики в блоках должны легко вращаться. При монтаже ОКСН рекомендуется, чтобы желоб ролика имел выстилку из неопрена или полиуретана, которая должна плотно прилегать к стенкам ролика, без повреждений и отслоений.

На граничных опорах монтируемого участка, на угловых опорах с углом поворота больше 10 градусов, а также на высоких угловых опорах (с суммой углов более 10 градусов) должны применяться гуммированные ролики диаметром не менее 60 см.

На угловых опорах с поворотом более 30 градусов, эти ролики должны быть заменены двойными, диаметром не менее 350 мм, расположенными последовательно.

7.4.3.12 В процессе раскатки в монтируемом пролете должны находиться сигнальщики с биноклями и переносными радиостанциями для постоянного наблюдения за прохождением «троса-лидера» и ОК по роликам. Узел соединения «троса-лидера» и ОК сопровождается сигнальщиком в процессе его движения по монтируемому участку.

При прохождении узла соединения ОК с «тросом-лидером» по роликам скорость раскатки должна снижаться до минимума.

При заедании в роликах «троса-лидера», ОК, узла их соединения или возникновения других неисправностей раскатка должна быть немедленно прекращена.

Раскатка продолжается только после устранения неисправности.

В процессе раскатки, ОК не должен тереться о реборду раскаточного ролика. Для предотвращения трения ОК о реборду раскаточного ролика, на угловых опорах закрепление и подвеска раскаточного ролика должны обеспечивать возможность его закрепления под углом.

7.4.3.13 При перерывах в раскатке ОК необходимо исключить сползание его в пролет.

7.4.3.14 Перекладка ОК из роликов в арматуру должна производиться не позднее 48 часов после его раскатки с одновременной установкой гасителей вибрации, если они предусмотрены проектом.

#### **7.4.4 Монтаж ОКНН**

7.4.4.1 Монтаж ОКНН должен производиться в строгом соответствии с инструкциями и рекомендациями изготовителя или авторизованного поставщика оборудования и технологии навивки.

7.4.4.2 Работы по монтажу ОКНН на ГТ допускается производить без отключения ВЛ. Работы по монтажу ОКНН на фазный провод допускается производить с отключением только той цепи, на фазу которой навивается кабель. Работы по монтажу ОКНН на нижний фазный провод допускается

производить без отключения пересекаемой ВЛ, если соблюдены расстояния согласно 4.16.3.1 настоящих Правил.

7.4.4.3 При выполнении работ в местах пересечений ВЛ с авто-, ж/д или водными транспортными магистралями достаточно, чтобы движение по ним было остановлено лишь на время прохода навивным оборудованием пересекающего пролета ВЛ.

7.4.4.4 Монтаж строительной длины проводится:

1) от одной конечной опоры строительной длины к другой путем навивки с размоткой 1-й катушки с ОКНН или 2-х катушек при двойном повиве;

2) от стартовой опоры строительной длины к ее концам путем навивки с размоткой в обе стороны от стартовой опоры единого куска кабеля, размещенного на кассете из 2-х катушек или двух кусков кабеля на 2-х кассетах из 4-х катушек при двойном повиве.

7.4.4.5 Для монтажа ОКНН на ГТ должен быть обеспечен подъезд автотехники повышенной проходимости к стартовой и конечным опорам каждой строительной длины. При невозможности подъезда должна быть применена вездеходная техника или ручной перенос необходимого оборудования.

7.4.4.6 Для монтажа ОКНН на фазный провод должен быть обеспечен подъезд автовышки повышенной проходимости к стартовой и конечным опорам каждой строительной длины. По возможности обеспечивается подъезд к остальным опорам и к местам препятствий на фазном проводе. При невозможности подъезда должна быть применена вездеходная техника или ручной перенос необходимого оборудования.

7.4.4.7 При монтаже на нижний фазный провод допускается опускание поддерживающего изолятора ВЛ до уровня земли для переноса навивного оборудования через изолятор, если исключено касание чем-либо провода с навитым кабелем во время проведения этой операции.

7.4.4.8 Если монтируется стандартный ОКНН (24-72 ОВ), то вес навивного оборудования требует применения подъемных устройств. При этом используются навивные машинки шпindelного типа (см. рис. 7.4.2 настоящих Правил). Если монтируется маловолоконный ОКНН (до 24 ОВ), то вес машинки с кабелем не превышает 50 кг и это позволяет производить установку машинки на провод вручную из корзины автовышки или с применением рабочей платформы. При этом обычно используются навивные машинки рамного типа (см. рис. 7.4.3 настоящих Правил).



## Порядок монтажа ОКНН на ГТ с использованием навивной машинки шпиндельного типа



Рисунок 7.4.2 Навивная машинка шпиндельного типа

7.4.4.9 Перед началом работ по навивке ОКНН на концевых опорах строительных длин смонтировать защитные пластиковые трубки (ЗПТ) спусков, устройства для хранения технологического запаса ОКНН и размещения оптических муфт и демонтировать виброгасители на ГТ, если это допускает проект (ОКНН ограничивает вибрации). На ГТ с навитым на него кабелем допускается монтировать/ демонтировать виброгасители.

7.4.4.10 Расположить автомобили с лебедками у стартовой и следующей по первому выбранному направлению опор.

7.4.4.11 Заземлить пролет штангами с обоих концов, если ГТ подвешен на изоляторах.

7.4.4.12 Поднять лебедкой и установить на тросостойке ручные подъемно-поворотные краны на обеих опорах пролета и если необходимо лестницы-трапы (см. рис. 7.4.7 настоящих Правил).

7.4.4.13 Аккуратно извлечь из тары катушку с ОКНН выбранного первого направления, отмотать 5 м кабеля и установить катушку на навивочную машинку. Отбалансировать машинку. Извлечь вторую катушку.

7.4.4.14 Одновременно в сцепке поднять лебедкой к вершине опоры машинку с первой катушкой и вторую катушку. С помощью ручного крана перенести машинку и установить на трос. Закрепить страховочной петлей. Катушку на петле повесить на стороне противоположного пролета.

7.4.4.15 При отсутствии подъезда к опоре на а/м с лебедкой использовать ручную лебедку.

7.4.4.16 Установить арку обвода, провести через нее кабель, закрепить кабель в зажимах на ГТ с обеих сторон опоры.

7.4.4.17 Поднять лебедкой бензобуксировщик и установить его на трос перед машинкой.

7.4.4.18 Закрыть сцепку машинки с бензобуксировщиком и механизмы машинки, разблокировать вращение, завести двигатель бензобуксировщика.

7.4.4.19 Проверить правильность подготовки к навивке, освободить страховочную петлю и сообщить супервизору о готовности к навивке.

7.4.4.20 Навить пролет, управляя бензобуксировщиком с помощью пульта радиоуправления.

7.4.4.21 После остановки у следующей опоры перенести бензобуксировщик на другую сторону опоры и застраховать, повернуть машинку руками на 3 оборота и заблокировать, установить зажим, освободить механизм натяжения, отмотать 2 м кабеля. Перенести машинку, проверить балансировку/сбалансировать, соединить с бензобуксировщиком, застраховать. Установить арку и второй зажим.

7.4.4.22 Снять ручной кран и трап со стартовой опоры, перенести к третьей опоре, поднять и установить. Допускается ручной подъем, без автолебедки.

7.4.4.23 Операции в цикле 7.4.4.11, 7.4.4.18-7.4.4.22 повторять до окончания работ по навивке строительной длины.

7.4.4.24 При ручной протяжке машинки вдоль пролета и при непредвиденной остановке мотора бензобуксировщика использовать стабилизирующую тележку-спасатель с прикрепленным к ней нейлоновым тросом.

7.4.4.25 Для обхода препятствий на ГТ в пролете использовать тросовую тележку.

7.4.4.26 На концах строительной длины смотать кабель с катушек и пропустить его через ЗПТ к месту установки оптической муфты. Сварку волокон, укладку монтажного запаса и промежуточное тестирование проводить по стандартным процедурам.

#### **Порядок монтажа маловолоконного ОКНН на фазный провод с использованием навивной машинки рамного типа**



Рисунок 7.4.3 Навивная машинка рамного типа

7.4.4.27 Перед началом работ по навивке ОКНН в очередном пролете провести осмотр фазного провода на предмет повреждений проволок, правильности размещения виброгасителей, наличия состыковки фазного провода, подъездам к опорам пролета и местам препятствий на фазном проводе автовышки и/или автомобиля с лебедкой.

7.4.4.28 Установить автовышку у стартовой опоры.

7.4.4.29 Заземлить фазный провод пролета штангами с обоих концов.

7.4.4.30 Аккуратно извлечь из тары катушку с ОКНН выбранного первого направления, отмотать 5 м кабеля и установить катушку на навивочную машинку. Сбалансировать машинку. Извлечь вторую катушку.

7.4.4.31 Машинку с первой катушкой, вторую катушку и бензобуксировщик расположить в/на корзине автовышки и корзину поднять к фазному проводу. В корзине должны работать два монтажника. Вручную установить машинку на провод и закрепить страховочной петлей. Катушку на петле завесить на стороне противоположного пролета (см. рис. 7.4.4 настоящих Правил).

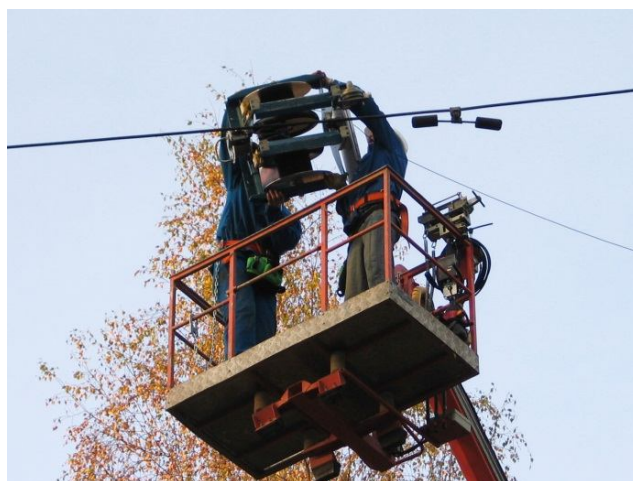


Рисунок 7.4.4 Установка навивочной машинки с использованием автовышки

7.4.4.32 Установить арку обвода с проведенным через нее кабелем, закрепить кабель в зажимах на ФП с обеих сторон опоры. Если стартовая опора анкерная, то установить две арки и уложить кабель обмоткой вручную на шлейф; закрепить его в середине шлейфа.

7.4.4.33 Установить бензобуксировщик перед машинкой и сцепить его с ней.

7.4.4.34 Закрывать механизмы машинки, вложить кабель в натяжное устройство, разблокировать вращение, завести двигатель бензобуксировщика.

7.4.4.35 Проверить правильность подготовки к навивке, освободить страховочную петлю и сообщить супервизору о готовности к навивке.

7.4.4.36 Навить пролет, управляя бензобуксировщиком с помощью пульта радиоуправления. Переставить автовышку к следующей опоре.

7.4.4.37 После остановки у следующей опоры перенести бензобуксировщик в корзину, повернуть машинку руками на 3 оборота и заблокировать, временно зафиксировать кабель обмоткой липкой лентой, освободить механизм натяжения, отмотать 2 м кабеля. Перенести машинку, проверить балансировку/сбалансировать, застраховать. Установить бензобуксировщик, соединить с машинкой. Установить арку. Установить зажимы, если они предусмотрены проектом на этой опоре. Если опора анкерная установить зажимы, две арки и обмотать кабель вокруг шлейфа и закрепить в центре.

7.4.4.38 Операции в цикле 7.4.4.29 , 7.4.4.33 – 7.4.4.37 повторять до окончания работ по навивке строительной длины.

7.4.4.39 При ручной протяжке машинки вдоль пролета и при непредвиденной остановке мотора бензобуксировщика использовать стабилизирующую тележку-спасатель с прикрепленным к ней нейлоновым тросом (см. рис. 7.4.5 настоящих Правил).

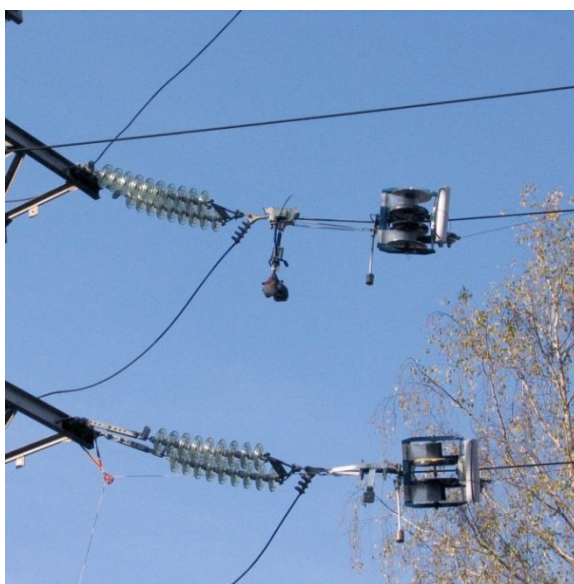


Рисунок 7.4.5 Протяжка навивочной машинки с помощью бензобуксировщика (сверху) и ручная протяжка (снизу)

7.4.4.40 Если автовышка не может подъехать к опоре, использовать рабочую платформу или опустить изолятор для переноса машинки на уровне земли (см. рис. 7.4.6 настоящих Правил).

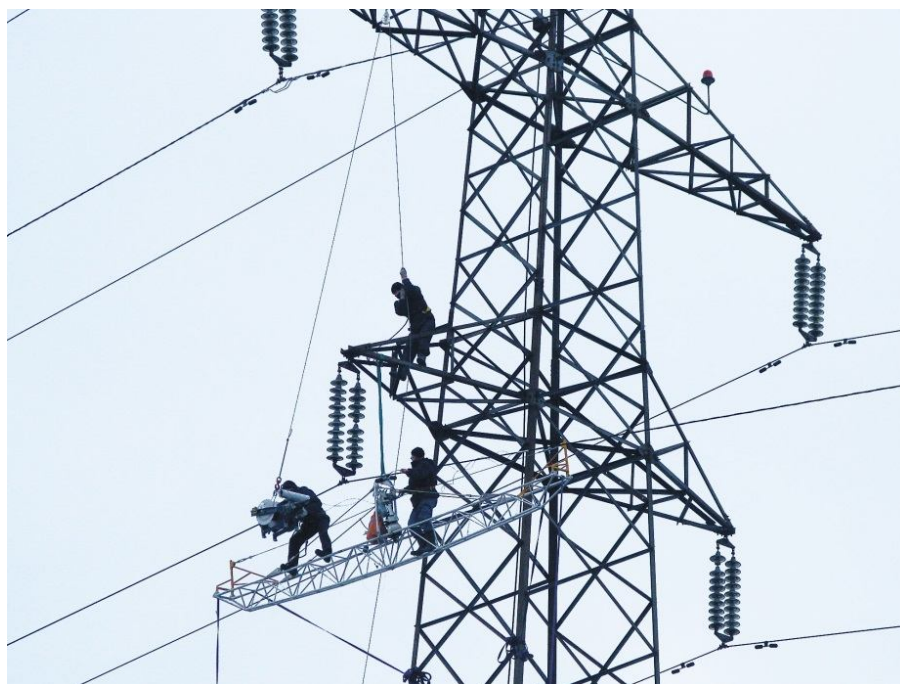


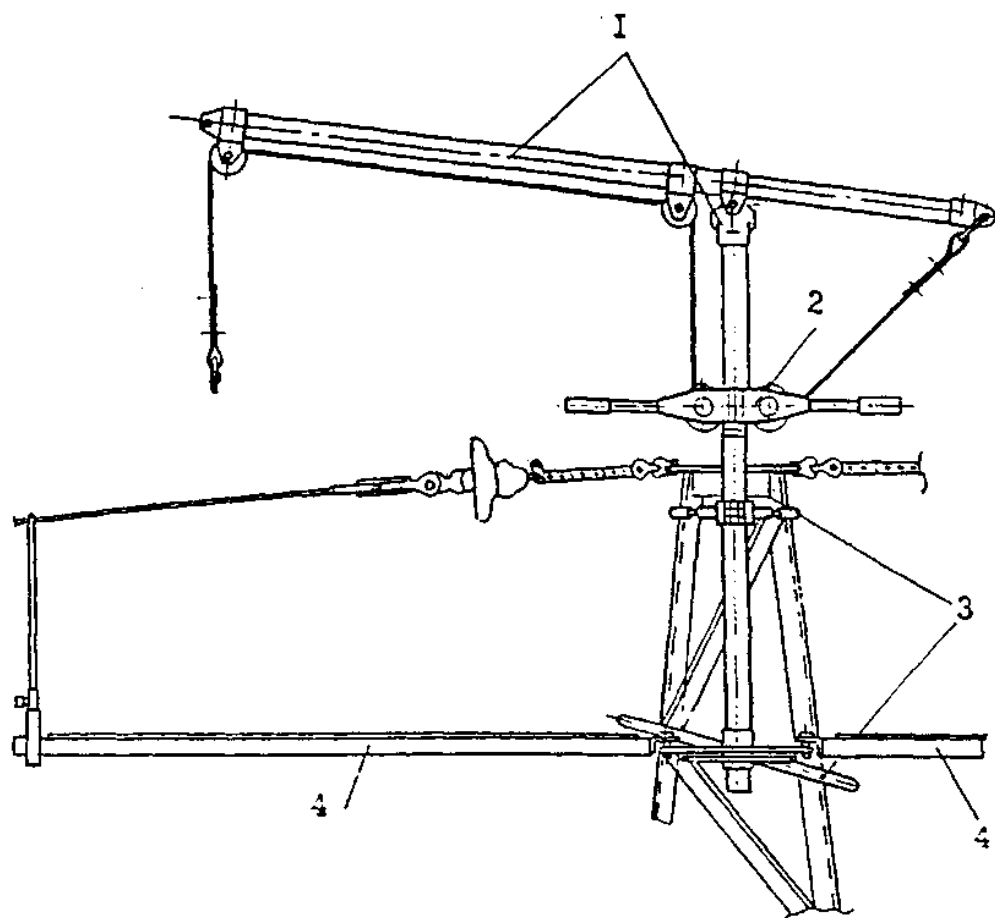
Рисунок 7.4.6 Использование рабочей платформы

7.4.4.41 Для обхода или ремонта препятствий на фазном проводе в пролете, под которыми невозможно установить автовышку, использовать тросовую тележку.

7.4.4.42 Для установки рабочей платформы на опоры, к которым невозможно подъехать на автомобиле с лебедкой, использовать ручную лебедку.

7.4.4.43 На концах трассы длины смотать кабель с катушек и пропустить через входные трубки в подвесную соединительную муфту, установленную на ФП. Сварку волокон произвести в передвижной оптической лаборатории, технологический запас ОКНН намотать на катушку с держателем сплайс пластины; катушку вложить в подвесную муфту; на муфту надеть герметичный кожух.

7.4.4.44 На концах трассы смотать кабель с катушек и пропустить через проходной изолятор и ЗПТ к месту установки оптической муфты. Заполнить изолятор компаундом. Сварку волокон, укладку монтажного запаса и промежуточное тестирование проводить по стандартным процедурам.



- 1 - поворотная балка;
- 2 - ручные лебедки;
- 3 - узлы крепления поворотной балки тросостойки;
- 4 - трапы.

Рисунок 7.4.7 Подъемно-поворотное устройство с трапами

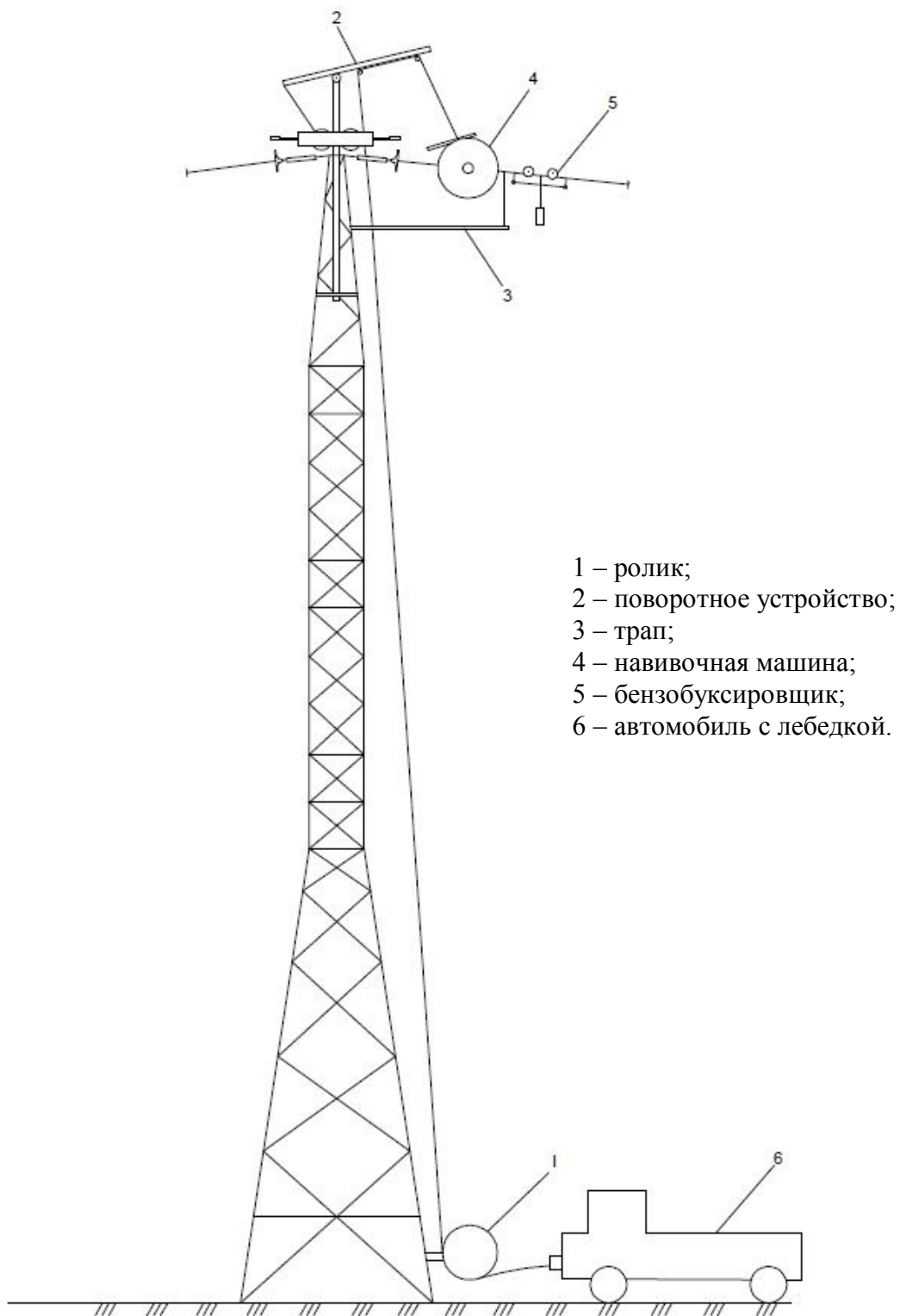
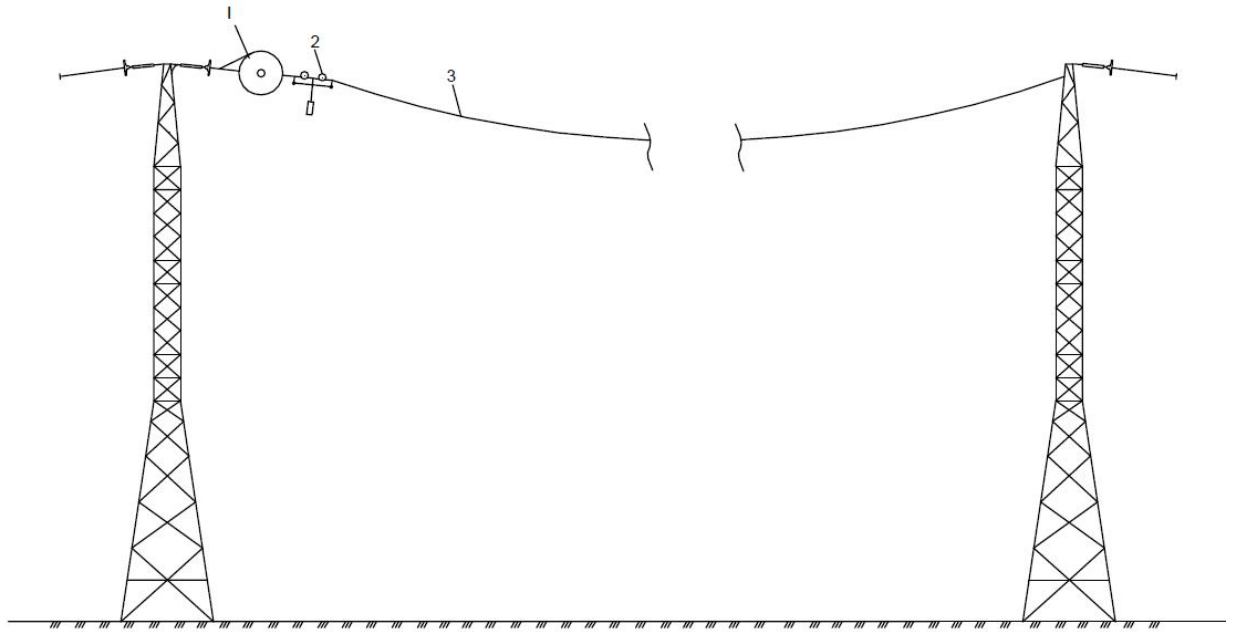


Рисунок 7.4.8 Схема расстановки механизмов и приспособлений на опоре для навивки ОКНН



1 - навивочная машина, 2 - бензобуксировщик, 3 – ГТ или фазный провод.

Рисунок 7.4.9 Схема навивки ОКНН в пролете ВЛ

#### 7.4.5 Монтаж зажимов для ОК

7.4.5.1 При монтаже используют поддерживающие и натяжные спиральные зажимы, которые применяются для крепления ОК к промежуточной или анкерной опоре соответственно. В случае установки соединительной муфты на промежуточной опоре применяют полуанкерное крепление, состоящее из двух натяжных зажимов.

7.4.5.2 Натяжной спиральный зажим предназначен для анкерного крепления оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос, на опорах воздушных линий, а также опорах контактной сети железных дорог и автоблокировки.

7.4.5.3 Натяжной спиральный зажим для крепления ОКГТ и ОКСН состоит из протектора (прокладки) и натяжной спирали.

Протектор, навиваемый на кабель, выполняет роль прокладки и предохраняет его от излишних механических воздействий.

Протектор и натяжная спираль зажима имеют цветные метки, которые при монтаже должны совпадать между собой.

7.4.5.4 Порядок монтажа натяжного спирального зажима представлен в п. 7.4.5.5 – п. 7.4.5.18.

7.4.5.5 Перед применением усиливающего слоя протектора, петля натяжного зажима пропускается через коуш, и зажим располагается параллельно кабелю.



7.4.5.6 Сделать отметку на кабеле в месте, где располагается точка цветной метки на натяжном зажиме. Эта метка будет вспомогательной для размещения усиливающих протекторов на кабеле.

7.4.5.7 Совместить цветовую метку недалеко от конца протектора с вспомогательной меткой на кабеле. Начинать от центральной метки протектора и закручивать стержни в направлении «вверх и от кабеля». Стержни имеют абразивное покрытие для повышения коэффициента трения между протектором и внешней оболочкой кабеля и для увеличения силы захвата.

7.4.5.8 Закрутить стержни первого комплекта полностью вокруг кабеля.

7.4.5.9 Совместить центральную метку второго комплекта с первым комплектом.

7.4.5.10 Сделать два или три витка второго комплекта, оставляя концы не закрученными.

7.4.5.11 Закончить монтаж, используя обе руки для закручивания комплектов на место.

Чтобы гарантировать работу усиливающего протектора, удостовериться, что стержни не пересекаются и что все стержни равномерно стоят на своих местах.

7.4.5.12 Пропустить петлю спирального натяжного зажима через коуш.

7.4.5.13 Совместить переходную метку на ГТ с цветовой меткой на протекторе. Начинайте от переходной метки и закрутите один стержень над протектором.

7.4.5.14 Продолжая закручивать стержень вокруг протектора, убедиться, что все интервалы между витками стержня равномерны. Не закручивайте последние два витка.

7.4.5.15 Снова совместить переходную метку и закрутить второй стержень. Расщепить стержни для двух последних витков, чтобы облегчить монтаж.

7.4.5.16 Уменьшить зазор между двумя последними витками.

7.4.5.17 Убедитесь, что концы всех стержней закручены. Не используйте инструмент для закручивания концов стержней.

7.4.5.18 Удостовериться, что используется зажим правильного размера.

7.4.5.19 Порядок монтажа поддерживающего зажима представлен в п. 7.4.5.20 – 7.4.5.25.

7.4.5.20 Поместить обе половинки неопреновых прокладок на проводнике и зафиксировать изолянтной.

Стержни поддерживающего зажима имеют цветовую кодировку с центральной нарисованной меткой - необходимо, чтобы эта нарисованная метка

находилась в центре неопреновой прокладки. Перед началом закручивания стержня, держите стержень параллельно проводнику, иначе монтаж будет затруднителен.

7.4.5.21 Уложить второй стержень на неопреновую прокладку точно напротив первого стержня. Удерживая стержень на месте, сделать два или три витка с каждой стороны неопреновой прокладки и кабеля/проводника. Не закручивайте концы стержня, до тех пор, пока все стержни не будут уложены. Следите также за тем, чтобы стержни не деформировались или не подвергались каким-либо еще силовым воздействиям.

7.4.5.22 Продолжая укладывать оставшиеся стержни в имеющиеся промежутки, старайтесь располагать стержни напротив друг друга. Концы стержней должны оставаться незаплетенными до тех пор, пока последний стержень не будет уложен, после чего конец каждого стержня можно будет заплести.

7.4.5.23 Поместить две поддерживающие алюминиевые половинки с каждой стороны проводника.

7.4.5.24 Установить алюминиевую U образную скобу точно на ее место. Правильно совместите все болтовые отверстия, надавливая большими пальцами в направлении вниз и наружу.

7.4.5.25 Вставить болт и завинтить гайку так, чтобы сжать пружинную шайбу, зафиксировать стопорящим шплинтом.

7.4.5.26 Для монтажа поддерживающих и натяжных креплений ОКФП применяется стандартная линейная арматура, аналогичная используемой при подвесе фазных проводов. Исключение составляет конструкция зажимов, которая при подвесе ОКФП должна быть спиральной. Это связано с тем, что обычными зажимами можно повредить оптическую часть конструкции ОКФП, в которой находятся волокна. Для натяжных креплений, в которых возникают большие усилия, могут применяться двойные спиральные зажимы.

7.4.5.27 Монтаж зажимов необходимо выполнять в строгом соответствии с инструкциями и рекомендациями их производителей.

## **7.4.6 Монтаж соединительной муфты**

7.4.6.1 Монтаж муфты производится после завершения монтажа двух строительных длин кабеля.

7.4.6.2 Соединительные муфты для соединения ОКГТ, ОКСН, ОКНН устанавливаются, как правило, на анкерных опорах. При невозможности установки соединительной муфты на анкерной опоре она может быть установлена на промежуточной. При этом подвес ОК к опоре осуществляется полуанкерным креплением, при монтаже которого предусматривается временная оттяжка к опоре (на период наличия одностороннего тяжения на опору).

7.4.6.3 Соединительные муфты, применяемые для сращивания волокон разных строительных длин ОКФП, могут подвешиваться как на анкерно-угловых опорах к поддерживающему креплению шлейфов, так и на промежуточных опорах к поддерживающему креплению провода.

7.4.6.4 Для защиты ОВ ОКФП от воздействия электрического поля применяются специальные концевые муфты, устанавливаемые на обоих концах линии.

7.4.6.5 Для каждого типа муфт и кабеля изготовителя должна быть предоставлена инструкция по монтажу. Ниже приводятся общие принципы монтажа соединительной муфты.

Перед разделкой кабеля необходимо убедиться, что длина конца, оставленного для монтажа муфты, достаточна. Для этого надо произвести разметку согласно инструкции изготовителя. Разметка выполняется подматыванием полимерной ленты либо водостойким маркером.

Разделка должна производиться специальным инструментом, указанным в инструкции по монтажу. Разделка кабеля производится строго на указанную в инструкции длину. В процессе разделки не должен быть поврежден оптический модуль, а также верхний покров кабеля (в случае полимерного покрытия - оболочка). Необходимо следить за тем, чтобы оптический модуль не контактировал с водой.

Внутри муфты должен помещаться достаточный технологический запас волокна, обеспечивающий сварку и возможность производить в дальнейшем ремонт, а при необходимости, вносить изменения в схему коммутации без переделки кабеля. Величина технологического запаса определяется инструкцией по монтажу для данного типа муфт.

Разделка кабеля и крепление его в муфте производится согласно инструкции на данный тип муфт. Крепление должно обеспечивать достаточную механическую прочность заделки и герметичность ввода.

7.4.6.6 Перед началом работ по соединению ОВ в муфте необходимо произвести контроль их целостности и определить коэффициент затухания.

Контроль производится при помощи рефлектометра. Результаты измерений сравниваются с результатами, полученными при входном контроле данной строительной длины. Замер достаточно произвести с одной стороны. На полученных рефлектограммах должны отсутствовать изломы и пики характеристики, которые свидетельствуют о повреждении кабеля.

В случае если в кабеле используются неокрашенные волокна, или встречаются волокна одного цвета, необходимо провести идентификацию волокон.

7.4.6.7 Работы по соединению концов ОКГТ, ОКСН и ОКНН производятся в специально оборудованной передвижной лаборатории - ПЛМД (передвижная лаборатория для монтажа и диагностики), которая оснащена

рефлектометром, сварочным аппаратом для соединения оптических волокон, генератором, комплектом инструментов и приспособлений, расходными материалами и запасными изделиями. Работы по соединению концов ОКФП в муфте производятся на высоте в специальной монтажной люльке.

При соединении оптических волокон в сварочном аппарате место соединения должно быть защищено при помощи комплекта деталей защиты сварного соединения (КЗДС).

Когда все пары волокон сварены и уложены на кассету, она устанавливается на свое место в муфте, как указано в инструкции по монтажу. Оптические модули внутри муфты и оптические волокна на кассете должны располагаться таким образом, чтобы избежать критических радиусов изгиба.

После этого муфта заделывается и устанавливается на опоре.

7.4.6.8 Полностью смонтированная муфта должна быть поднята на опору и закреплена. Крепление муфт осуществляется в соответствии с инструкцией изготовителя и должно быть выполнено кабельными вводами вниз.

7.4.6.9 Контроль качества соединений ОВ в муфтах должен производиться в соответствии с 7.5.5 настоящих Правил.

7.4.6.10 Рекомендуемый состав оборудования для соединения оптического кабеля в муфтах и монтажа оптических волокон приведен в Таблице 7.4.1 настоящих Правил.

Таблица 7.4.1 Рекомендуемый состав оборудования для соединения оптического кабеля в муфтах и монтажа оптических волокон

№ п/п	Наименование	Назначение
1	Аппарат для сварки оптических волокон	Сварка оптических волокон
2	Устройство для скола оптических волокон	Подготовка оптических волокон к сварке
3	Оптический рефлектометр	Измерение оптических потерь, определение мест повреждения ОК
4	Компенсирующая катушка с ОВ	Компенсация мертвой зоны рефлектометра
5	Муфта для соединения ОК	Соединение оптических кабелей
6	Генератор	Электропитание сварочных и измерительных приборов
7	Механический соединитель оптических волокон	Временное соединение ОВ с измерительной катушкой
8	Электрофен	Монтаж термоусаживаемых трубок в соединительных муфтах
9	Набор инструмента для разделки ОК и ОВ	Разделка ОК и ОВ

*Окончание Таблицы 7.4.1*

10	Переговорное устройство по оптическому волокну	Обеспечение оперативной связи
11	Источник видимого излучения	Для поиска загибов и обрывов визуально
12	Универсальное крепление муфты к монтажному столу	Фиксация муфты на монтажном столе
13	Универсальное крепление кабеля к монтажному столу	Фиксация кабеля на монтажном столе
14	Адаптер голого волокна	Для бессварного подключения к волокну

### **7.4.7 Выполнение спусков ОК с опор**

7.4.7.1 Спуски ОКГТ, ОКСН и ОКНН с опор ВЛ выполняются с целью обеспечения производства сварки оптических волокон и оптических измерений кабеля без подъема сварочной и измерительной техники, а также персонала, выполняющего эти работы, на опоре. Спуски ОКФП не выполняются, т. к. в соответствии с технологией, соединение кабелей ОКФП между собой осуществляется в муфте непосредственно на высоте.

7.4.7.2 Длина кабеля в спусках должна обеспечивать возможность снятия соединительной муфты с опоры и выполнения сварочных и измерительных работ на земле в передвижной лаборатории в непосредственной близости от опоры, а также возможность ремонта кабеля в муфте во время эксплуатации.

7.4.7.3 Длина спусков определяется высотой подвеса раскаточного ролика на граничной опоре до земли с добавлением технологической длины (15-20 м).

7.4.7.4 Спуск кабеля должен быть надежно прикреплен к телу опоры с помощью специальных конструкций с зажимами (струбцин).

Конструкция зажимов должна исключать возможность повреждения кабеля при креплении.

При креплении в зажиме одного кабеля обязательна установка компенсатора с другой стороны.

Крепление спусков и технологического запаса ОК на металлических опорах выполняется снаружи металлоконструкции.

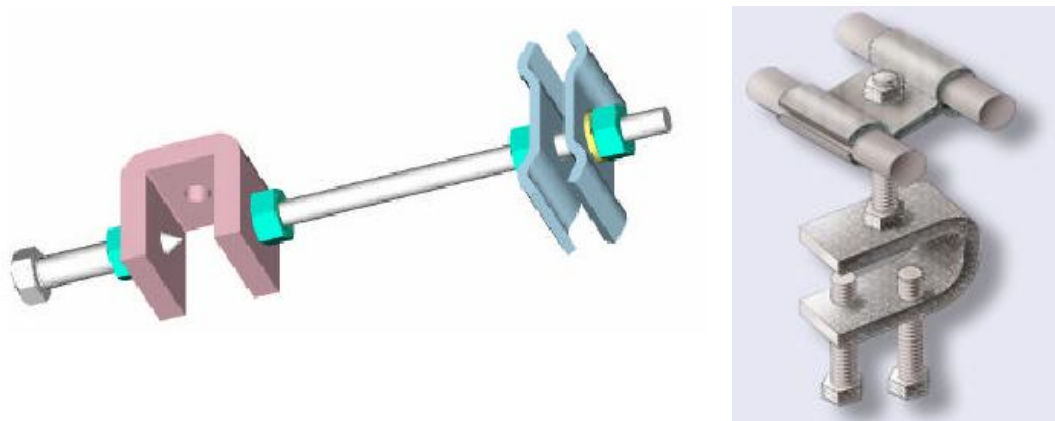


Рисунок 7.4.10 Струбцина для спуска с опоры

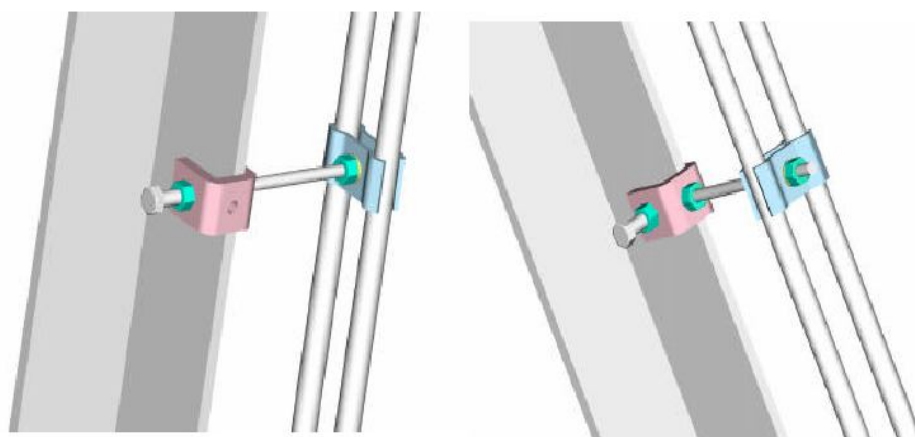


Рисунок 7.4.11 Соединение струбцины с опорой и кабелем

7.4.7.5 С целью исключения возможности раскачивания и биения о тело опоры длин спусков кабеля расстояние между струбцинами (зажимами) крепления не должно превышать 1 м.

7.4.7.6 Спуски ОК на граничных опорах, до начала монтажа соединительных муфт, должны быть свернуты в бухты и закреплены на опоре на уровне нижней траверсы.

7.4.7.7 Свободная длина кабеля спуска после монтажа соединительной муфты и ее закрепления на опоре должна быть также закреплена на опоре с соблюдением требований 7.4.7.9 настоящих Правил.

Для закрепления свободной длины кабеля могут использоваться специальные конструкции, на которые наматывается излишняя часть кабеля и которые в свою очередь прикрепляются к опоре. При этом намотанный на такую конструкцию кабель должен быть надежно закреплен на ней.

7.4.7.8 Свободная длина кабеля спусков может быть также прикреплена непосредственно к опоре с образованием необходимого количества петель. При этом размеры петель должны быть таковы, чтобы исключались недопустимые изгибы кабеля (радиус изгиба кабеля должен составлять не менее 20 его диаметров).

7.4.7.9 Высота расположения муфт и технологического запаса кабеля на опоре должна затруднять несанкционированный доступ к ним и, при расположении на опорах ВЛ вне территории электросетевых или энергетических объектов, должна быть не менее 5,5 м от земли до нижней точки кабеля, муфты или специальной конструкции для их закрепления на опоре.

При установке муфт на опорах, расположенных на территории электросетевых или энергетических объектов, а также на порталах подстанций, высота расположения муфты может выбираться, исходя из удобства ее обслуживания и возможности выполнения измерительных работ без снятия муфты. Однако при этом должно быть исключено затопление муфты паводковыми водами и засыпание ее снегом, если использована такая же конструкция муфты, как и на всей ВЛ.

7.4.7.10 При использовании в качестве концевых муфт, предназначенных для установки на подземных кабелях, правила их установки определяются соответствующими инструкциями изготовителя.

#### **7.4.8 Прокладка ОК на открытой части подстанций**

7.4.8.1 На открытой части подстанций (ПС) должны использоваться кабели с диэлектрическими силовыми и конструктивными элементами, подвешиваемые на специальных опорах или прокладываемые в кабельных сооружениях и по зданиям ПС.

В особых случаях возможно применение ВОК с металлической броней, при условии выполнения разрыва брони и заземления бронепокровов на контур заземления ПС с обязательной расчетом на термическую устойчивость кабеля к токам КЗ.

В качестве опор могут использоваться имеющиеся на открытой части подстанции конструкции: прожекторные мачты, опоры молниеотводов и антенные опоры. Оптический кабель может подвешиваться на опорах как самостоятельно, так и с использованием несущего троса. Крепление ОК к тросу осуществляется с помощью специальных зажимов, чтобы исключить возникновение недопустимых растягивающих усилий в кабеле.

7.4.8.2 Прокладка кабеля на специальных опорах или в земле не должна препятствовать использованию механизмов и инвентарных устройств, и их проезду к месту работ во время производства работ на территории подстанции в соответствии с действующими нормами.

7.4.8.3 Допускается прокладка ОК совместно с другими типами кабелей.

7.4.8.4 Внешняя оболочка ОК должна быть изготовлена из материалов, не поддерживающих горение. При прокладке ОК совместно с силовыми кабелями на участках совместной прокладки рекомендуется применение дополнительной защиты поверхности кабеля или негорючей трубы, в которой

он прокладывается, огнезащитным покрытием, отвечающим требованиям пожарной безопасности.

7.4.8.5 Прокладка ОК по территории ПС должна выполняться в негорючей защитной полиэтиленовой трубе с обеспечением надежной герметизации всех стыков от проникновения воды и грызунов (при их наличии).

7.4.8.6 При спуске ОК с опор в землю или лотки необходимо обеспечить дополнительную защиту металлической трубой или уголком.

7.4.8.7 При прокладке оптического кабеля в земле или в кабельных конструкциях должна быть обеспечена защита кабеля от повреждений грызунами. Для этого может использоваться бронированный кабель или защитная труба.

7.4.8.8 При прокладке кабеля в кабельных лотках или каналах должны быть приняты меры, исключающие раздавливание кабеля при случайном опускании на него крышки лотка или канала. С этой целью должен использоваться бронированный кабель, защитная труба или укрытие кабеля в канале или лотке, например, с помощью металлических уголков или швеллеров.

7.4.8.9 При прокладке волоконно-оптического кабеля по территории подстанции должны обеспечиваться минимально допустимые радиусы изгибов кабеля при поворотах трассы, оговоренные в технических условиях или каталогах на кабель.

Если такие указания в документации на кабель отсутствуют, то минимально допустимый радиус изгиба кабеля должен приниматься равным 20 диаметрам кабеля.

7.4.8.10 При прокладке кабеля в земле может быть использован кабелеукладчик или отрытая траншея. Глубина заложения кабеля в грунт - не менее 1,2 м от поверхности земли. В случае наличия по трассе прокладки кабеля пучинистых грунтов должны быть приняты меры, исключающие повреждение кабеля силами морозного пучения.

#### **7.4.9 Прокладка ОК по стенам зданий и внутри помещений**

7.4.9.1 При прокладке по стенам зданий и сооружений волоконно-оптический кабель должен быть надежно закреплен на стенах. При этом расстояния между точками крепления кабеля к стене должны быть такими, чтобы исключалось недопустимое провисание кабеля, а масса кабеля между двумя точками крепления вертикальных участков не создавала недопустимых растягивающих усилий по кабелю.

7.4.9.2 Крепления кабеля к стенам не должны вызывать повреждений наружной оболочки кабеля и не должны создавать недопустимых сдавливающих нагрузок на сам кабель.



7.4.9.3 При наличии внутри здания кабельных конструкций прокладку волоконно-оптического кабеля целесообразно вести с использованием этих конструкций.

Таблица 7.4.1 Примерный перечень машин, механизмов, монтажных приспособлений и приборов, используемых для монтажа ВОЛС-ВЛ

Наименование и характеристика	Тип кабеля			
	ОКГТ	ОКФП	ОКСН	ОКНН
1. Тяговая машина усилие тяжения не менее 1500 кгс скорость раскатки 3,0 км/час	+	+	+	-
2. Тормозная машина усилие торможения не менее 1500 кгс скорость раскатки 3,0 км/час	+	+	+	-
3. Навивочная машина со стабилизирующей тележкой тяговое усилие навивки 8 кгс скорость навивки 3,0 км/час	-	-	-	+
4. Приспособление для подъема и переноса навивочной машины	-	-	-	+
5. Гидроподъемник	+	+	+	+
6. Передвижная лаборатория для монтажа и диагностики волоконно-оптических линий связи (ПЛМД)	+	+	+	+
7. Подвесная люлька для монтажа соединительных муфт на опоре	-	+	-	-
8. Бригадная машина	+	+	+	+
9. Лебедка ручная г. п. 1,0 т с блоком	+	+	+	-
10. Лебедка ручная г. п. 2500 кг и тросовым канатом длиной ~30 м (для регулировки стрел провеса ОК)	+	+	+	-
11. Трапы длиной до 5,0 м г. п. 150 кг	+	+	-	+
12. Раскаточный ролик диаметром не менее 350 мм	+	+	+	-

Окончание Таблицы 7.4.1

Наименование и характеристика	Тип кабеля			
	ОКГТ	ОКФП	ОКСН	ОКНН
13. Раскаточные ролики сдвоенные (тандем) диаметром не менее 350 мм	+	+	+	-
14. Раскаточный ролик диаметром не менее 600 мм	+	+	+	-
15. Подставка-подъемник для барабана с кабелем г. п. 4000 кг	+	+	+	-
16. Приспособление для защиты переходов, пересечений	+	+	+	-
17. Вертлюг для соединения троса с кабелем	+	+	+	-
18. Балансир для предотвращения кручения тросов с ОК при его раскатке под тяжением	+	+	+	-
19. Монтажный чулок для ОК	+	+	+	-
20. Монтажный чулок для тягового троса	+	+	+	-
21. Канат-лидер	+	+	+	-
22. Фал для навивочной машины	-	-	-	+
23. Набор бригадного инструмента	+	+	+	+
24. Переносная радиостанция	+	+	+	+
25. Набор индивидуальных защитных средств монтажников (каска, предохранительный пояс, аптечка, и т. д.)	+	+	+	+

## 7.5 Контроль качества строительно-монтажных работ ВОЛС-ВЛ

### 7.5.1 Общие положения

7.5.1.1 Контроль качества строительно-монтажных работ производится с целью обеспечения пригодности сооружаемой ВОЛС-ВЛ к выполнению всех предусмотренных функций в условиях эксплуатации объекта.

7.5.1.2 Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать: входной контроль рабочей документации, конструкций, изделий и материалов; операционный контроль отдельных производственных операций; приемочный контроль строительно-монтажных работ линейного и станционного оборудования.

## 7.5.2 Входной контроль качества

7.5.2.1 При входном контроле рабочей документации проверяется ее комплектность и достаточность содержащейся в ней технической информации для производства работ.

7.5.2.2 На центральном складе СМО проводится входной контроль поступивших для строящейся ВОЛС-ВЛ материалов, изделий и конструкций.

На приобъектном складе входной контроль осуществляется при комплектации материалов, изделий и конструкций для очередного монтируемого пролета перед вывозом их на трассу к месту производства работ.

При входном контроле внешним осмотром проверяется соответствие их требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, также наличие и содержание паспортов и других сопроводительных документов.

7.5.2.3 Все барабаны с кабелем по мере поступления от изготовителя/поставщика, должны быть зарегистрированы с указанием наименования, марки, заводского номера, даты поступления, номера транспортного документа (накладной, акта).

После вскрытия обшивки барабана проверяют наличие заводского паспорта (обычно укрепляемого заводом на внутренней стороне щеки); соответствие маркировки строительной длине, указанной в паспорте, и указанной на барабане; проверяют внешнее состояние кабеля на отсутствие вмятин, порезов, пережимов, перекруток и т.п. В паспорте на кабель должен быть указан тип кабеля, производитель, номер барабана, строительная длина кабеля, коэффициент затухания оптических волокон на рабочей длине волны, показатель преломления ОВ.

7.5.2.4 В процессе входного контроля производится визуальный осмотр ОК, измерение коэффициента затухания. Кабель, не соответствующий нормам и требованиям стандартов (технических условий), монтажу не подлежит.

7.5.2.5 Барабаны должны быть обшиты сплошным рядом досок. На щеке барабана с ОК должна быть предупредительная надпись "не класть плашмя", стрелка, указывающая направление вращения барабана при его перекатывании и размотке ОК.

7.5.2.6 Нижний конец ОК длиной не менее 2-х метров должен быть выведен за щеку барабана и закреплен.

Концы кабеля должны быть защищены от внешних механических повреждений, проникновения влаги внутрь кабеля и вытекания заполнителя.

7.5.2.7 Если при внешнем осмотре установлена неисправность барабана или обшивки, то обнаруженные незначительные повреждения должны быть устранены собственными силами на месте. Если барабан на месте

отремонтировать невозможно то, с согласия заказчика, кабель с него должен быть перемотан на исправный барабан плотными и ровными витками.

Не допускается перемотка с барабана на барабан, установленный на щеку. При перемотке необходимо осуществлять визуальный контроль целостности кабеля.

7.5.2.8 Внешний осмотр барабана с ОК на приобъектном складе производится так же, как это приведено в 7.5.2.4 – 7.5.2.7 настоящих Правил. При наличии внешних повреждений барабана, его обшивки и нарушении герметизации защиты концов ОК или его вздутии, производится контроль на целостность ОВ.

7.5.2.9 Результаты входного контроля должны фиксироваться в протоколах. В случае выявления дефектов, снижающих качество и надежность кабеля, должен быть составлен акт с участием подрядчика, заказчика и других заинтересованных организаций.

### **7.5.3 Проведение входного контроля по оптическим параметрам кабеля**

7.5.3.1 Измерение коэффициента затухания ОК проводится в сухих отапливаемых помещениях, имеющих освещение и возможность подключения электрических приборов.

Если кабель имеет какие-либо повреждения или отклонения, выявленные при осмотре на центральном складе, измерения коэффициента затухания данной строительной длины кабеля не проводят. Вопрос о применении этого кабеля решается заказчиком.

7.5.3.2 Измерение коэффициента затухания ОК должно проводиться на длине волны, на которой планируется эксплуатация ВОЛС.

7.5.3.3 Разделку кабеля производят на длине, достаточной для проведения измерений (1,0 - 1,5 м). На ОКГТ и ОКФП силовые металлические элементы должны быть скреплены одним - двумя бандажами для предотвращения раскручивания и распушения повивов. Оптический модуль разделяется инструментом, исключая повреждение оптического волокна.

При наличии гидрофобного заполнителя ОВ протираются специальным растворителем.

Проводится визуальный контроль поверхности покрытия ОВ.

Обнаруженные дефекты (нарушение покраски, некачественное защитное покрытие) фиксируются в протоколе.

Снятие защитного покрытия производится специальным инструментом. ОВ протирается спиртом и производится скол, перпендикулярный оси ОВ.

В процессе проведения входного контроля ОК проверяется целостность всех ОВ, определяется оптическая длина кабеля и коэффициент затухания.

7.5.3.4 Измерение коэффициента затухания и оптической длины кабеля производится по методу обратного рассеяния с помощью рефлектометра в двух направлениях на рабочих длинах волн с использованием компенсационной катушки с ОВ длиной не менее 700 м. (По согласованию с заказчиком допускается проведение измерений коэффициента затухания в одном направлении).

Измерения необходимо проводить в соответствии с рекомендациями и техническим описанием приборов.

В процессе измерений снимается кривая обратного рассеяния, по характеру изменения которой оценивается состояние ОВ. Кривая должна иметь плавный спадающий характер без каких-либо изломов, ступенек, пиков и т. п.

Полученные результаты измерений сравниваются с паспортными данными на соответствующей длине волны.

После проведения измерений конец кабеля должен быть загерметизирован.

По результатам визуального контроля и измерений составляется протокол.

#### **7.5.4 Контроль качества в процессе монтажа**

7.5.4.1 При операционном контроле проверяется соблюдение технологии выполнения работ; соответствие их рабочим чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам.

7.5.4.2 При контроле, осуществляемом непосредственно в процессе монтажа ОК, проверяется следующее:

- 1) направление вращения барабана с ОК;
- 2) предупреждение перехлестывания ОК;
- 3) защита концов ОК от влаги;
- 4) усилие тяжения по ОК;
- 5) температура окружающего воздуха во время монтажа ОК;
- 6) соответствие диаметров желобов роликов раскаточных блоков марке кабеля;
- 7) стрелы провеса ОК;
- 8) качество крепления ОК на опорах;
- 9) качество сварки оптических волокон кабеля, монтажа соединительных муфт;
- 10) соответствие диаметров раскаточных роликов марке кабеля и углам поворотов;
- 11) правильность монтажа спиральной и цепной линейной арматуры.

7.5.4.3 Характерные неисправности ОК, фиксируемые при контроле качества:

- 1) наличие оборванных (лопнувших) проволок или вспучивания верхнего повива на ОКГТ и ОКФП, оголение кабеля;
- 2) обрывы и механические повреждения (местные разрушения полиэтиленовой оболочки) ОКСН и ОКНН;
- 3) нарушение нормируемых величин стрел провеса и расстояний от ОК до проводов;
- 4) отсутствие гасителей вибрации, предусмотренных проектом, или их смещение с места установки;
- 5) неисправности в подвесе (некачественный монтаж защитной обмотки поддерживающего зажима, смещение подушек из неопрена относительно друг друга, слабая затяжка поддерживающего зажима, трещины в корпусе зажима, смещение меток при монтаже натяжного зажима, отсутствие гаек и шплинтов);
- 6) повреждения (дефекты) узлов крепления ОК к опорам;
- 7) натяг шлейфа на анкерно-угловых опорах и спусков к муфтам;
- 8) неправильный монтаж спиральной и линейной цепной арматуры.

Перечисленные внешние повреждения выявляются путем визуального наблюдения, измерений при помощи геодезического инструмента, рулетки и метра. Повреждения ОК и его соединений в муфтах определяются с помощью рефлектометров и тестеров.

7.5.4.4 В процессе производства работ должно осуществляться ведение журнала выполнения работ, отражающего последовательность, сроки, качество работ, готовность отдельных участков (пролетов), а также журнала авторского надзора проектной организации и технического надзора заказчика.

При контроле качества следует руководствоваться допусками, приведенными в 7.4.1.7-7.4.1.9 настоящих Правил.

### **7.5.5 Методика контроля качества соединений ОВ в муфтах**

7.5.5.1 Контроль качества выполненного соединения осуществляется путем измерения оптических потерь в сварке в процессе проведения монтажа муфты или после монтажа участка трассы или всей трассы. Одновременно проводятся измерения оптического затухания ( $\alpha$ ) в линии с целью выявления возможных повреждений ОВ в смонтированных строительных длинах кабеля.

7.5.5.2 Потери в сварках и затухание в ОВ определяются методом обратного рассеяния (ГОСТ Р МЭК 793-1-93) с помощью оптического рефлектометра. Измерения проводят в двух направлениях. Потери в сварках и затухание в линии рассчитываются по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{A_{a-b} + A_{b-a}}{2},$$

где  $A_{a-b}$  - потери в сварном соединении или ОВ в направлении от А к В;  
 $A_{b-a}$  - потери в сварном соединении или ОВ в направлении от В к А.

Потери в сварке не должны превышать величины, приведенные в Таблице 7.5.1.

Таблица 7.5.1 Потери в сварке

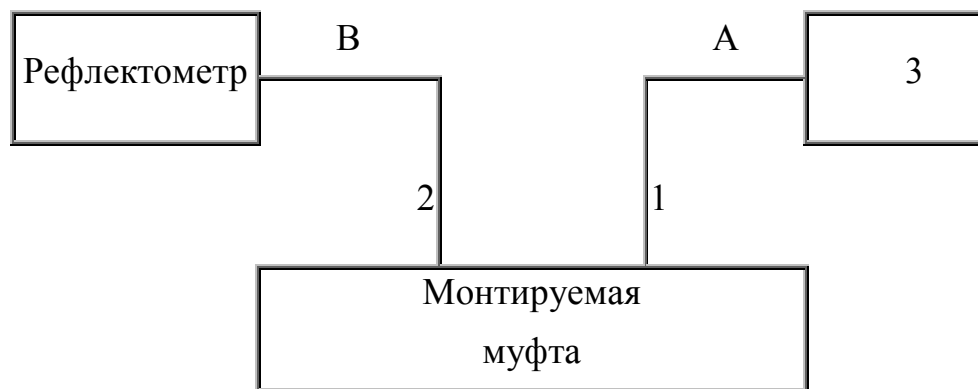
Длина волны X, мкм	Потери $\alpha$ , дБ, не более, в %-тах неразъемных соединений	
	100	50
1,3	0,2	0,1
1,55	0,1*	0,05

**Примечание.** В исключительных случаях допускается максимальное значение потерь на стыке не более 0,15 дБ (по согласованию с Заказчиком), если меньшее значение не достигнуто после 3-х повторений сварки. При этом в монтируемой муфте на кассете должен остаться запас оптического волокна из 3-х витков.

7.5.5.3 При монтаже муфт для ведения контроля качества сварных соединений с помощью рефлектометра требуется дополнительное транспортное средство, удобное для ведения измерений, размещаемое на другом конце строительной длины кабеля.

7.5.5.4 Измерение потерь в сварке можно проводить как с двух концов линии (что не очень удобно), так и с одного.

Для удобства проведения измерений в двух направлениях из одной точки (В) на конце линии (А) устанавливается измерительная муфта (З), в которой ОВ попарно свариваются друг с другом. Перед установкой измерительной муфты проводится контроль состояния ОВ смонтированных строительных длин кабеля.



1, 2 - строительные длины оптического кабеля; 3 - измерительная муфта.

7.5.5.5 После стыковки каждой пары ОВ в очередной монтируемой муфте проводятся измерения потерь в сварке и затухания в очередной строительной длине.

### 7.5.6 Приемочный контроль качества

7.5.6.1 При приемочном контроле необходимо производить проверку качества выполненных работ, и в первую очередь, соединений ОК в муфтах.

Завершающей операцией перед приемкой ВОЛС-ВЛ является контроль величины затухания между пунктами регенерации.

7.5.6.2 Приемочный контроль осуществляется при завершении монтажа отдельных участков (или между пунктами регенерации) линейной части объекта. Такой контроль позволяет определить готовность участков к эксплуатации.

Результаты приемочного контроля фиксируются в актах освидетельствования проведенных работ, актах испытания объекта под нагрузкой и других документах, предусмотренных действующими нормативами по приемке строительных работ.

Более подробно приемочный контроль рассмотрен в главе 7.6 настоящих Правил.

7.5.6.3 Контроль качества строительно-монтажных работ в ходе сооружения ВОЛС-ВЛ выполняют ИТР и линейный персонал подрядчика, обладающий соответствующей квалификацией и оснащенный необходимыми приборами.

7.5.6.4 Приемо-сдаточные измерения оптических волокон ОК на ВОЛС-ВЛ следует производить в соответствии с требованиями 7.5.7 настоящих Правил.

### 7.5.7 Приемо-сдаточные измерения кабельных секций

7.5.7.1 Законченным элементом линейных сооружений ВОЛС-ВЛ считается кабельная секция (КС) между двумя регенерационными пунктами. На кабельных секциях проводятся приемо-сдаточные измерения оптических



параметров элементарных кабельных участков (ЭКУ). На ЭКУ нормируются следующие параметры:

- 1) относительное значение оптических потерь - затухание, приведенное к длине 1 км;
- 2) абсолютное значение оптических потерь - суммарное продольное затухание одинаково идентифицированных оптических волокон соединительных строительных длин и потерь на их сростках;
- 3) распределение значений потерь в сростках.

#### **Указания по определению длин элементарного кабельного участка**

7.5.7.2 Элементарный кабельный участок (ЭКУ) - совокупность оптического волокна и сростков, гибких соединительных кабелей и разъемов, расположенных между двумя последовательными окончаниями участка.

**Окончание участка** - граница, выбранная условно в качестве стыка между оптическим волокном и регенератором (оптическим усилителем).

Различают **точку S** - линейная сторона оптического шнура "pigtail" - в точке окончания участка на передающем конце, и **точку R** - линейная сторона оптического шнура - в точке окончания участка на приемном конце.

7.5.7.3 Вероятность ошибки в линейном тракте волоконно-оптической линии передачи непосредственно связана с длиной ЭКУ.

При проектировании задают номинальную, максимальную и минимальную длину ЭКУ.

Номинальная длина ЭКУ - такая протяженность ЭКУ, при которой норма на вероятность ошибки при передаче информационных цифровых сигналов выполняется для всех 100 % равновеликих ЭКУ, даже если все их строительные длины имеют максимальный коэффициент затухания, а все сварные соединения оптических волокон - максимально допустимые потери.

Минимальная длина ЭКУ - такая протяженность ЭКУ, при которой уровень оптического сигнала на приеме не превышает заданной для 50 % равновеликих ЭКУ.

Максимальная длина ЭКУ - такая протяженность ЭКУ, при которой норма на вероятность ошибки при передаче информационных цифровых сигналов выполняется для 99,86 % равновеликих ЭКУ.

7.5.7.4 При определении длин ЭКУ используются следующие условные обозначения:

$A_{sr}$  - затухание между точками S и R, дБ;

$A_{эза}$  - эксплуатационный запас энергетического потенциала аппаратуры, дБ;

$A_{эзк}$  - эксплуатационный запас энергетического потенциала для кабеля, дБ;

$A_d$  - эксплуатационный запас энергетического потенциала на дисперсию, учитываемый на регенерационных установках предельной длины с оптическими усилителями, дБ;

$\Delta A$  - динамический диапазон уровня приемного оптического сигнала, дБ;

$A_{pc}$  - общие потери во всех разъёмных соединителях на ЭКУ, дБ;

$\Delta a$  - погрешность измерения затухания оптического сигнала на ЭКУ, дБ;

$a_{nc}$  - потери неразъёмного соединения ОВ, дБ;

$\bar{A}_{nc}$  - среднее значение потерь неразъёмного соединения, дБ;

$a_{nc \text{ макс}}$  - максимальное значение потерь неразъёмного соединения, дБ;

$L_{ном}$  - номинальная длина ЭКУ, км;

$L_{мин}$  - минимальная длина ЭКУ, км;

$L_{макс}$  - максимальная длина ЭКУ, км;

$\bar{l}$  - средняя строительная длина ОКГТ, км;

$n$  - количество неразъёмных (сварных) соединений ОВ на ЭКУ;

$W$  - энергетический потенциал ВОСП, дБ;

$\alpha$  - коэффициент затухания оптического волокна, дБ/км;

$\bar{\alpha}$  - среднее значение коэффициента затухания оптического волокна, дБ/км;

$\alpha_{макс}$  - максимальное значение коэффициента затухания оптического волокна, заданное в технических условиях (спецификациях) на строительную длину, дБ/км;

$\lambda$  - рабочая длина волны, мкм.

7.5.7.5 Номинальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

$$L_{ном} = (W - A_{эза} - A_{pc} - A_d + A_{nc \text{ макс}} - a_{эзк} - \Delta a) / (\alpha_{макс} + A_{nc \text{ макс}} / \bar{l}).$$

Минимальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

$$L_{мин} = (W - \Delta A - A_{pc} + \bar{A}_{nc} / (\alpha + \bar{A}_{nc} / \bar{l})).$$

Максимальная длина ЭКУ должна определяться по формуле:

$$L_{макс} = (W - A_{эза} - A_{pc} - A_d - B\sqrt{L_{ном}} + \bar{A}_{nc} - A_{эзк} - \Delta a) / (\alpha + B\sqrt{L_{ном}} + \bar{A}_{nc} / \bar{l}),$$

где  $B = (3 \cdot 0,8 / 2\lambda^4 \sqrt{12}) \times \sqrt{1 + 1/\bar{l}}$

Значения  $B$  приведены в Таблице 7.5.2 настоящих Правил.

Таблица 7.5.2 Значения  $B$

Строительная длина, $l$ , км	В при $\lambda$ , мкм	
		1,3

1	0,17	0,085
2	0,15	0,075
3	0,14	0,070
4	0,135	0,067
5	0,13	0,066
6	0,13	0,065

7.5.7.6 Как правило, должны проектироваться ЭКУ номинальной длины. В регионах с минимальной температурой ниже  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  проектируются ЭКУ с длиной, не превышающей номинальную.

В регионах с минимальной температурой выше  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  допускается проектировать ЭКУ максимальной длины.

### Измерение элементарных кабельных участков

7.5.7.7 Затухание ЭКУ, приведенное к длине 1 км, дБ/км на рабочих длинах волн, должно быть не более:

$$1,3 \text{ мкм: } \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i l_i + 0,2m \right) / L$$

$$1,55 \text{ мкм: } \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i l_i + 0,1m \right) / L$$

где  $\alpha_i$  - коэффициент затухания оптического волокна на  $i$ -ой строительной длине, указанный в сертификате;

$l_i$  - протяженность  $i$ -ой строительной длины;

$n$  - количество строительных длин;

$m$  - количество неразъемных соединений (сварок) оптического волокна ЭКУ.

7.5.7.8 Затухание ЭКУ не должно быть более допустимого затухания, определяемого по формуле:

$$A = A_{\text{сг}} - A_{\text{эзк}} - A_{\text{д}} - \Delta a = W - A_{\text{рс}} - A_{\text{эза}} - (A_{\text{эзк}} + A_{\text{д}} + \Delta a).$$

Значения  $W$ ,  $A_{\text{рс}}$ ,  $A_{\text{эза}}$ ,  $A_{\text{д}}$  и  $A_{\text{эзк}}$  берутся из технических условий (контрактных спецификаций) ВОСП. Значение  $\Delta a$  берется из технического описания применяемого измерительного прибора.

7.5.7.9 Затухание ЭКУ совместно со стационарными кабелями ("patchcord") не должно быть более значения  $A$ , определяемого по формуле:

$$A = W - A_{\text{эза}} - A_{\text{эзк}} - A_{\text{д}} - \Delta a.$$

Требование данного пункта проверяется после установки на линии аппаратуры системы передачи со своими "штатными" стационарными кабелями.

7.5.7.10 Распределение потерь в неразъемных соединениях ЭКУ, определяемое для каждого оптического волокна по отдельности, должно соответствовать требованиям Таблицы 7.5.3 настоящих Правил.

Таблица 7.5.3 Потери в неразъемных соединениях ЭКУ

Длина волны $\lambda$ , мкм	Потери $A_{\text{нс}}$ , дБ, не более в % неразъемных соединений	
	100	50
1,3	0,2	0,1
1,55	0,1 <sup>1</sup>	0,05

<sup>1</sup> В исключительных случаях допускается максимальное значение потерь на стыке не более 0,15 дБ, если меньшее значение не достигнуто после 3-х повторений сварки. При этом в монтируемой муфте на кассете должен остаться запас оптического волокна из 3-х витков.

Значение потерь для каждого неразъемного соединения определяется как среднее арифметическое результатов измерений оптическим рефлектором с двух сторон ЭКУ.

7.5.7.11 Приемо-сдаточные измерения проводятся в полном объеме на всех ЭКУ всех кабельных секций сооружаемой ВОЛС.

В случаях, когда ЭКУ состоит из двух или более участков, содержащих оконечные кабельные устройства, измерение относительного значения оптических потерь, проверка распределения значений потерь в сростках и измерение электрических параметров производятся отдельно для каждого участка.

7.5.7.12 Затухание ЭКУ и распределение потерь в неразъемных соединениях ЭКУ измеряются оптическим рефлектометром по методике, изложенной в его инструкции по эксплуатации. Оптический рефлектометр должен обладать техническими характеристиками не хуже приведенных в Таблице 7.5.4 настоящих Правил.

Измерение ЭКУ оптическим рефлектометром производится с двух сторон. Результаты измерения определяются по усредненной рефлектограмме.

Таблица 7.5.4 Технические характеристики оптических рефлектометров

Характеристика	Значение
----------------	----------

Рабочая длина волны, мкм		1,3; 1,55
Измеряемая длина до 150 км	Динамический диапазон измеряемых значений затухания при отношении сигнал/шум равном 1, дБ, при длине волны:	
	1,30±20 нм	37 или $A_{sr}+2$
	1,55±20 нм	35 или $A_{sr}+2$
	Длительность импульса, нс	10 - 10000
Измеряемая длина до 200 км	Динамический диапазон измеряемых значений затухания при отношении сигнал/шум равном 1, дБ, при длине волны:	
	1,30±20 нм	43 или $A_{sr}+2$
	1,55±20 нм	40 или $A_{sr}+2$
	Длительность импульса, нс	10 - 20000
Погрешность измерения затухания, %		4...5
Диапазон изменения устанавливаемого значения показателя преломления		1,4000...1,6000
Погрешность по длине ЭКУ, %		0,01
Минимальная мертвая зона, м		40
Разрешающая способность по вертикали, дБ		0,001
Точность установки показателя преломления		0,0001
<b>Примечание.</b> Для измеряемых длин более 200 км динамический диапазон и длительность зондирующих импульсов определяется на основании данных изготовителей оптических рефлектометров.		

7.5.7.13 Затухание ЭКУ совместно со стационарными кабелями измеряется методом разности уровней с помощью источника оптической мощности измерителя уровня оптической мощности по методике, изложенной в инструкции по эксплуатации последнего.

Измерительный комплект должен обладать техническими характеристиками, не хуже приведенных в Таблице 7.5.5 настоящих Правил.

Таблица 7.5.5 Технические характеристики измерительных комплектов

Характеристика	Значение
Рабочая длина волны, мкм	1,3; 1,55

Уровень оптической мощности, дБм	0; +10
Стабильность выходного уровня во времени, дБм	±0,1
Диапазон измеряемых уровней, дБм	+10...-60
Погрешность измерения затухания, %	5
Разрешающая способность по уровню, дБм	0,01

## 7.6 Организация сдачи ВОЛС в эксплуатацию

Для сдачи-приемки ВОЛС-ВЛ в эксплуатацию создаются рабочая и приемочная комиссии.

### 7.6.1 Порядок работы рабочей комиссии

7.6.1.1 Рабочая комиссия назначается решением организации заказчика. Порядок и продолжительность работы рабочей комиссии определяется организационно-распорядительными документами заказчика.

7.6.1.2 В соответствии с требованиями [44], [45], а также [46] подрядные организации обязаны представить рабочей комиссии исполнительную документацию на принимаемые в эксплуатацию линейные сооружения.

7.6.1.3 Исполнительная документация должна быть выполнена в соответствии с [47] и [48] и подписана главным инженером подрядной организации, а также должностными лицами, ответственными за достоверность приведенных в документации данных (старшим прорабом, прорабом, мастером, измерителем и др.) и согласована с проектной организацией.

7.6.1.4 Исполнительная документация представляется в одном экземпляре. Рекомендуемый состав исполнительной документации на законченную строительством волоконно-оптическую линию связи приведен в Таблице 7.6.1.

Таблица 7.6.1 Рекомендуемый состав исполнительной документации на законченную строительством волоконно-оптическую линию связи

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
1	<b>Паспорт трассы в составе:</b>		
1.1	Опись документов	по форме РД 45.156-2000 [47]	
1.2	Титульный лист паспорта трассы	по форме РД 45.156-2000 [47]	

*Продолжение Таблицы 7.6.1*

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
-------	------------------------	----------------------------	------------

1.3	Скелетная схема ВОЛС и основные данные цепей кабеля	форма ВОЛС-ПТ-3 РД 45.156-2000 [47]	
1.4	Схема размещения строительных длин и смонтированных муфт на участке между оконечными пунктами ВОЛС	форма ВОЛС-ПТ-4 РД 45.156-2000 [47]	С указанием нарастающей физической и оптической длины ВОК с обоих концов участка
1.5	Скелетная схема размещения строительных длин кабеля и смонтированных муфт на участках	форма ВОЛС-ПТ-5 РД 45.156-2000 [47]	С отметками по нарастающей физической длины кабеля
1.6	Схемы распределения ОБ на кассетах разветвительных муфт	форма ВОЛС-ПТ-6 РД 45.156-2000 [47]	
1.7	Схемы расшивки кабеля на оптических стойках в пунктах	форма ВОЛС-ПТ-7 РД 45.156-2000 [47]	
1.8	Схемы расшивки кабеля на оптических стойках на участке	форма ВОЛС-ПТ-8 РД 45.156-2000 [47]	
1.9	Планы ввода кабелей в ОП	форма ВОЛС-ПТ-9 РД 45.156-2000 [47]	
1.10	Схема заземления бронепроводов ВОК в шахтах ОП	форма ВОЛС-ПТ-10 РД 45.156-2000 [47]	В случае использования бронированного кабеля
1.11	Планы ввода кабелей в НРП с привязкой контуров заземлений	форма ВОЛС-ПТ-11 РД 45.156-2000 [47]	Включая кабели энергоснабжения (в целях обеспечения ТБ при эксплуатации)
1.12	Планы размещения оборудования и стоек аппаратуры в пунктах	форма ВОЛС-ПТ-12 РД 45.156-2000 [47]	С указанием размещения оптических кроссов по фасаду шкафа (стойки) или на стене
1.13	Монтажные схемы участков регенерации	форма ВОЛС-ПТ-13 РД 45.156-2000 [47]	С указанием оптической и физической длины ВОК между смежными муфтами

*Продолжение Таблицы 7.6.1*

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа</b>	<b>Форма документа, основание</b>	<b>Примечание</b>
--------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------

1.14	Ведомость проложенных строительных длин ВОК	форма ВОЛС-ПТ-14 РД 45.156-2000 [47]	
1.15	Откорректированные после прокладки и монтажа кабеля рабочие чертежи проектной документации, уличные чертежи и планшеты	по формам ГОСТ Р 21.1703	Чертежи кабельных переходов через автомобильные и железные дороги подшиваются сразу за соответствующим планшетом
1.16	Картограммы глубины залегания кабеля и сигнально-предупредительной ленты по участкам	форма ВОЛС-ПТ-16 РД 45.156-2000 [47]	При прокладке ВОК в грунте или кабелеводе (трубке)
1.17	Схемы расположения муфт и запасов длин ОК в котлованах и смотровых устройствах	рис. Г1, Приложение Г РД 45.190-2001 [48]	
1.18	Исполнительная схема вновь построенной кабельной канализации	п. Б1 Приложение Б РД 45.190-2001 [48]	При строительстве кабельной канализации
1.19	Паспорт групповой трассы из ПВП кабелеводов	форма 2 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
1.20	Ведомость замеров глубины заложения кабелеводов в грунте	форма 25 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
1.21	Ведомость определения физической длины кабелеводов	форма 35 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
1.22	Ведомость определения физической длины смонтированного кабеля	форма 36 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При прокладке ВОК в грунте или кабелеводе (трубке)
1.23	Линейная схема ВОЛС		Поопорная схема ВОЛС-ВЛ с указанием каждой опоры на которой подвешен ВОЛС, наименованием ЛЭП, пересечений с другими ЛЭП, автодорогами, трубопроводами

*Продолжение Таблицы 7.6.1*



№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
1.24	Фотографии всех смонтированных муфт (общий вид опоры, номер опоры и диспетчерского наименования, фотография фрагмента опоры, на которой одновременно видны муфта и уложенный технологический запас ВОК, отдельная фотография оптической муфты).		Фотографии должны быть в формате JPEG, JPG, размером не менее 2560x2048 (в пикселах), с отображением даты и времени. При наличии в фотоаппарате функции определения координат GPS, данная функция должна быть включена. Фотографии должны быть четкими и сфокусированными на объекте съемки. Объект съемки должен занимать не менее 50% от общего размера фотографии.
2	<b>Паспорт трассы электрический в составе:</b>		
2.1	Опись документов	по форме РД 45.156-2000 [47]	
2.2	Титульный лист электрического паспорта трассы	по форме РД 45.156-2000 [47]	
2.3	Технические данные и особенности конструкции проложенного ВОК	форма ВОЛС-ПТЭ-3 РД 45.156-2000 [47]	С эскизом поперечного сечения
2.4	Схема размещения на магистрали строительных длин кабеля и смонтированных муфт	форма ВОЛС-ПТЭ-4 РД 45.156-2000 [47]	
2.5	Протоколы монтажа муфт	форма ВОЛС-ПТЭ-5 РД 45.156-2000 [47]	
2.6	Протоколы монтажа оптических кроссов	форма ВОЛС-ПТЭ-6 РД 45.156-2000 [47]	Затухание на сростках ОВ оценивается только по сварочному устройству
2.7	Рефлектограммы двусторонних измерений затухания ОВ на смонтированных участках регенерации	форма ВОЛС-ПТЭ-7 РД 45.156-2000 [47]	Представляются в электронном виде (файлы в формате - .sor)

*Продолжение Таблицы 7.6.1*

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
2.8	Протоколы измерений затухания ОВ смонтированного кабеля на участках регенерации	форма ВОЛС-ПТЭ-8 РД 45.156-2000 [47]	
2.9	Протоколы измерения сопротивления изоляции внешней полиэтиленовой оболочки ВОК (бронепокровы - "земля") на смонтированных участках регенерации	форма ВОЛС-ПТЭ-9 РД 45.156-2000 [47]	
2.10	Протоколы измерения переходного сопротивления грозозащитных тросов по отношению к "земле"	форма ВОЛС-ПТЭ-10 РД 45.156-2000 [47]	Для участков прокладки в грунте совместно с грозозащитным тросом
3	<b>Рабочая документация в составе:</b>		
3.1	Опись документов	по форме РД 45.156-2000 [47]	
3.2	Титульный лист рабочей документации	по форме РД 45.156-2000 [47]	
3.3	Паспорта строительных длин ВОК	по форме предприятий-изготовителей	
3.4	Протоколы входного контроля строительных длин ВОК	форма ВОЛС-РД-4 РД 45.156-2000 [47]	На кабельных барабанах
3.5	Протокол входного контроля ПВП трубок	форма 21 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
3.6	Протокол проверки качества прокладки и монтажа кабелепроводов для оптического кабеля	форма 11 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
3.7	Отчет по прокладке кабеля	форма ВОЛС-РД-5 РД 45.156-2000 [47]	
3.8	Ведомость установки электронных маркеров	форма произвольная, с учётом Рекомендаций <sup>2)</sup> [50]	При прокладке ВОК в грунте или кабелеводе (трубке) с установкой электронных маркеров

*Продолжение Таблицы 7.6.1*

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
3.9	Протоколы измерения затухания строительных длин кабеля после прокладки	форма ВОЛС-РД-6 РД 45.156-2000 [47]	
3.10	Заводские паспорта и сертификаты соответствия (копии) Минсвязи России на оптические муфты, вводно-кабельные устройства ОК, контейнеры НРП-О, измерительные приборы	по форме предприятий-изготовителей	
3.11	Акты на скрытые работы	форма ВОЛС-РД-8/1...5 РД 45.156-2000 [47]	
3.12	Акты на скрытые работы	форма 26...34 Временная инструкция <sup>1)</sup> [49]	При строительстве кабелевода (прокладки трубки) в грунте
3.13	Перечень внесенных изменений, отступлений от проектных решений и согласования к ним	форма ВОЛС-РД-9 РД 45.156-2000 [47]	
3.14	Справки и реестр от землепользователей, лесхозов, комитетов по охране природы, госсанэпиднадзора и других инстанций о выполнении их требований	форма ВОЛС-РД-10 РД 45.156-2000 [47]	Представлена форма справки о принятии на учёт инженерных коммуникаций. Остальные формы по ведомственной принадлежности
3.15	Общий журнал работ	Приложение Г СНиП 12-01-2004 [42]	С отражением результатов контроля в соответствии с 7.5.4 настоящих Правил
3.16	Ведомость измерений габаритов и стрел провеса проводов (троса)	по форме РД 34.20.504-94 [3]	Для участков подвески ВОК на ВЛ
3.17	Протокол проверки наличия цепи между заземлёнными установками и элементами заземлённой установки	по форме «Методических рекомендаций по проведению испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей» [51]	для участков с ОКГТ

Продолжение Таблицы 7.6.1

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
3.18	Акт промежуточной приёмки ответственных конструкций (систем)	Приложение В СНиП 12-01-2004 [42]	для участков с ОКСН и с установкой дополнительных опор
3.19	Укладочная ведомость ВОЛС	по форме РД 45.190-2001 [48]	
3.20	Инвентарная ведомость анкерных пролетов		с указанием пролетов между опорами и установленной на них арматуры
4	<b>Лицензионные документы в составе:</b>		
4.1	Опись документов	по форме РД 45.156-2000 [47]	
4.2	Копии свидетельств о допуске СРО генподрядной, субподрядных и проектных организаций к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства	По форме, утвержденной приказом Ростехнадзора от 05.07.2011 N 356 [52]	С перечислением видов работ, которые может выполнять организация
4.3	Копии удостоверений об обучении специалистов генподрядной и субподрядных организаций в лицензированных учебных центрах, предоставляющие им право выполнения соответствующих видов работ	п. 5.1.б РД 45.190-2001 [48]	
4.4	Копии метрологических свидетельств о поверке средств измерений	п. 5.1.в РД 45.190-2001 [48]	

Окончание Таблицы 7.6.1

№ п/п	Наименование документа	Форма документа, основание	Примечание
5	<b>Приёмо-сдаточные документы в составе:</b>		
5.1	Перечень организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных работ, с указанием видов выполненных ими работ и фамилий инженерно-технических работников, непосредственно ответственных за выполнение этих работ	п. 3.5.а СНиП 3.01.04-87 [44]	
5.2	Перечень проектных, научно-исследовательских и изыскательских организаций, участвовавших в проектировании объекта, принимаемого в эксплуатацию	п. 4.17. СНиП 3.01.04-87 [44]	
5.3	Акт приёмки законченного строительством объекта	Типовая межотраслевая форма № КС-11 [53]	
5.4	Ведомость недоделок, не препятствующих приёмке объекта	по форме 4 И1.13-07 [54]	
5.5	Справка об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией по приемке объекта	по форме И1.13-07 [54]	
6	<b>Проектная документация</b>		в части касающейся ВОЛС, утверждённая Заказчиком с копией экспертного заключения
<p><b>Примечание.</b> <sup>1</sup> Полное наименование документа: «Временная инструкция по приемке в эксплуатацию линейных сооружений ВОЛП в ПВП кабельно-оптоволоконных линиях связи, 1998 г.» [49].</p> <p><sup>2</sup> Полное наименование документа: «Рекомендации по маркированию кабельных линий связи с применением электронных маркеров ЗМ™ EMS, 2004 г.» [50].</p>			

7.6.1.5 Сдача-приемка вновь строящейся ВЛ, на которой выполнен монтаж ОК осуществляется одновременно со сдачей-приемкой ВОЛС-ВЛ. При этом устраняются все недоделки, препятствующие нормальной эксплуатации ВЛ и ВОЛС-ВЛ.

7.6.1.6 Рабочая комиссия до предъявления приемочной комиссии к приемке в эксплуатацию ВОЛС-ВЛ обязана:

1) проверить соответствие выполненных строительного-монтажных работ проектно-сметной документации, стандартам, строительным нормам и правилам производства работ;

2) при приемке механической части ВОЛС-ВЛ произвести сплошной визуальный осмотр трассы ВЛ, на которой подвешен кабель; проверке подлежат: внешнее состояние кабеля (ОКГТ, ОКСН, ОКНН), соответствие стрел провеса кабеля (троса) проекту, количество навитых проволок, качество затяжки болтов и гаек, наличие шплинтов в поддерживающих и натяжных спиральных зажимах, правильность установки гасителей вибрации, правильность установки соединительных муфт на опорах ВЛ;

3) при приемке оптической части ВОЛС-ВЛ произвести аттестацию каждого регенерационного участка кабельной линии;

4) произвести измерение оптических потерь (затухания оптического сигнала) с помощью оптического рефлектометра и тестера с определением параметров каждого регенерационного участка в прямом и обратном направлениях;

5) проверить готовность ВОЛС-ВЛ, предъявляемой приемочной комиссии в эксплуатацию, к оказанию услуг связи, предусмотренных проектом, и бесперебойной работе;

6) проверить укомплектование объекта эксплуатационными кадрами и обеспечение энергоресурсами;

7) проверить соответствие параметров цифровых каналов и трактов требованиям [55] в объеме программы приемо-сдаточных испытаний, согласованной с Заказчиком.

7.6.1.7 Устранение дефектов и недоделок, обнаруженных рабочей комиссией, производится строительной-монтажной организацией в кратчайший технически возможный срок. После устранения дефектов и недоделок рабочая комиссия вторично осматривает соответствующие участки, узлы, элементы ВОЛС-ВЛ.

7.6.1.8 В процессе работы рабочей комиссии составляется следующая документация:

1) протокол обследования законченной строительством ВОЛС-ВЛ;

2) справка об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией;

3) акт рабочей комиссии о готовности законченной строительством ВОЛС-ВЛ для предъявления приемочной комиссии.

Вся перечисленная в Таблице 7.6.1 настоящих Правил документация составляется по формам, регламентируемым [44].

7.6.1.9 Вся документация после окончания работы рабочей комиссии должна храниться у заказчика.

7.6.1.10 Для ускорения работ по сдаче ВОЛС-ВЛ в эксплуатацию строительно-монтажная организация по договоренности с заказчиком может предъявлять рабочей комиссии к осмотру и проверке отдельные законченные строительством и монтажом регенерационные участки, не ожидая окончания работ по всей линии.

### **7.6.2 Порядок работы приемочной комиссии**

7.6.2.1 Порядок работы приемочной комиссии определяется организационно-распорядительными документами заказчика.

7.6.2.2 Заказчик представляет приемочной комиссии документацию, перечисленную в Таблице 7.6.1 настоящих Правил и п. 7.6.1.8 настоящих Правил.

Указанную документацию после приемки объекта в эксплуатацию следует хранить у заказчика или у соответствующих эксплуатационных организаций.

7.6.2.3 Приемочная комиссия обязана проверить: устранение недоделок, выявленных рабочей комиссией; готовность объекта к приемке в эксплуатацию; соответствие параметров вводимой ВОЛС-ВЛ утвержденному проекту; соответствие фактической стоимости (для заказчика) сметной стоимости строительства.

7.6.2.4 Полномочия приемочной комиссии прекращаются с момента утверждения акта о приемке ВОЛС-ВЛ в эксплуатацию.

7.6.2.5 Ввод в эксплуатацию осуществляется при условии выполнения в полном объеме требований в области охраны окружающей среды, предусмотренных проектами, и в соответствии с актами комиссий по приемке в эксплуатацию ВОЛС-ВЛ. Запрещается ввод в эксплуатацию ВОЛС-ВЛ без завершения предусмотренных проектами работ по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

## **7.7 Дополнительные требования техники безопасности при производстве строительно-монтажных работ**

### **7.7.1 Общие положения**

7.7.1.1 Все строительно-монтажные работы должны выполняться в соответствии с требованиями [56-60]. Кроме того, при транспортировке строительных грузов необходимо соблюдать:

- 1) «Правила дорожного движения Российской Федерации»;
- 2) «Правила по охране труда на автомобильном транспорте».

В настоящем разделе освещаются дополнительные требования, связанные со спецификой ОК и особенностями его монтажа.

7.7.1.2 К монтажу ОК допускаются монтажники, прошедшие специальный курс обучения технологическим правилам и приемам монтажа.

7.7.1.3 Перед монтажом все опоры, не рассчитанные на одностороннее тяжение грозозащитных тросов с ОК и временно подвергаемые такому тяжению, должны быть укреплены оттяжками во избежание их деформации.

Выбирать схему подъема монтажных приспособлений, грузов и размещать блоки на опоре следует с таким расчетом, чтобы не возникали усилия, которые могут вызвать деформацию опоры или ее элементов.

До начала работы на основании инструкции по применению раскаточных машин с учетом конкретных условий должен проводиться инструктаж по работе с данным типом машин.

7.7.1.4 При работе на ВЛ, находящихся в эксплуатации, равно как в охранной зоне или вблизи действующих ВЛ, должны соблюдаться требования по защите работающих от поражения электрическим током и осуществляться мероприятия, перечисленные в пунктах 7.7.1.5 – 7.7.1.7, пунктах 7.7.1.23, пунктах 7.7.2 - 7.7.6 настоящих Правил.

7.7.1.5 Основные работы по монтажу ВОЛС-ВЛ на действующих ВЛ проводятся, как правило, с отключением линий, для чего необходимо провести согласование с организацией, эксплуатирующей ВЛ, на которой будут осуществляться работы, а также с организациями - владельцами пересекаемых линий и оформить наряд-допуск в установленном порядке.

В наряде-допуске указываются защитные мероприятия по технике безопасности. Если работы ведутся на отключенной ВЛ, то за предотвращение подачи рабочего напряжения на участки, куда допускается персонал строительно-монтажной организации, отвечает эксплуатационное предприятие.

В целях сокращения продолжительности перерывов в электроснабжении работы должны строиться таким образом, чтобы максимальное число подготовительных и вспомогательных операций производилось до отключения или после включения линий. Только на время выполнения работ, связанных с



прикосновением и опасным приближением к токоведущим частям, напряжение снимается.

7.7.1.6 Монтаж ОК без отключения ВЛ (под напряжением) осуществляется лишь в том случае, когда могут быть обеспечены достаточные воздушные промежутки на опорах, позволяющие выполнять безопасный подъем на высоту и работу на опоре. При этом должны использоваться защитные приспособления в соответствии с требованиями техники безопасности при работе в действующих электроустановках. Меры безопасности должны быть отражены в ППР.

Допуск персонала строительно-монтажных организаций к работам на действующих ВЛ должен осуществляться в соответствии с [60]. Рабочие и инженерно-технические работники, занятые на строительно-монтажных работах, должны пройти инструктаж по технике безопасности и иметь допуск для работы на действующих ВЛ.

При организации работы и выдаче наряда-допуска следует установить опасные для людей зоны, в пределах которых постоянно действуют или могут возникать опасные и вредные производственные факторы.

Минимальные расстояния, на которые допускается приближение к токоведущим частям приведены в Таблице 1.1 [60] и Таблице 13.1 [60].

При организации работ на не отключенной ВЛ на оптическом кабеле встроенном в ГТ (ОКГТ) следует руководствоваться пунктами 4.15.59-4.15.62 [60] (Пофазный ремонт ВЛ).

7.7.1.7 При работе с кабелем во время монтажа соединительных муфт необходимо избегать прикосновений оптических волокон к телу, чтобы предотвратить попадание стеклянных частиц волокон на кожу и в организм.

7.7.1.8 При подготовке ОВ к сварке необходимо:

- 1) использовать рабочую одежду, защитные очки и перчатки;
- 2) операции проводить на монтажных столах и ковриках с покрытием, не отражающим свет и устойчивым к воздействию химических препаратов;
- 3) применять монтажный стол, конструкция которого не позволяет скапливаться осколкам ОВ в швах и по краям стола;
- 4) обеспечить хорошее освещение рабочего стола;
- 5) своевременно убирать обрезки ОВ – собирать их в плотно закрывающиеся контейнеры или на клейкую ленту.

7.7.1.9 Во время проведения работ с ОВ запрещается:

- 1) прием пищи на рабочем месте;
- 2) курение во время проведения сварки ОВ.

7.7.1.10 При работе с подключенным к оборудованию ОВ запрещается смотреть непосредственно в торец ОВ.

7.7.1.11 Следует с осторожностью обращаться со спиртом и растворителями, применяемыми при удалении защитных покрытий, т. к. данные жидкости являются огнеопасными, токсичными и могут вызвать аллергическую реакцию.

7.7.1.12 Монтаж ОКГТ и ОКСН должен производиться в передвижной лаборатории, оснащенной всем необходимым для безопасного и удобного выполнения работ по монтажу ОК.

7.7.1.13 Салон кузова машины должен быть оборудован обогревом на период холодного времени года.

7.7.1.14 В салоне кузова должны быть размещены:

- 1) рабочий стол и стул удобной конструкции;
- 2) ящик с монтажным материалом и инструментом;
- 3) укрепленный газовый баллон для работы газовой горелки;
- 4) первичные средства пожаротушения;
- 5) канистра с водой;
- 6) аптечка первой помощи;
- 7) тара для сбора отработанной ветоши и сколов ОВ;
- 8) средства индивидуальной защиты;
- 9) устройство для сварки ОВ.

7.7.1.15 Устройство для сварки ОВ должно быть заземлено, иметь блокировку подачи высокого напряжения на электроды при открытой крышке узла во время установки ОВ, иметь световую индикацию включения напряжения питания и подачи высокого напряжения.

7.7.1.16 Запрещается эксплуатация прибора со снятым защитным кожухом блока электродов.

7.7.1.17 В салоне кузова должна быть приточно - вытяжная вентиляция, а непосредственно у рабочего места должен быть местный отсос, удаляющий при работе вредные пары и газы с помощью вентилятора или электропылесоса.

7.7.1.18 Вентилятор или пылесос для отсоса вредных паров и газов должен включаться перед началом работы и выключаться не ранее чем через 5 минут после окончания работы.

7.7.1.19 При использовании в работе полиуретанового клея необходимо пользоваться резиновыми или хлопчатобумажными перчатками.

7.7.1.20 При работе с растворителями использовать инструмент, не дающий при ударе искру.

7.7.1.21 При использовании в работе газовых горелок или паяльных ламп соблюдать требования эксплуатации этих приборов.

7.7.1.22 По окончании работ необходимо:

- 1) провести уборку рабочего места:
  - а) рабочее место и пол после разделки оптического кабеля следует пропылесосить или подмести, и затем протереть мокрой тряпкой. Отжим тряпки следует производить в плотных резиновых перчатках;
  - б) при работе с ОВ его отходы при разделке (сколе) необходимо собирать в отдельный ящик и после окончания монтажа освободить ящик в отдельно отведенном месте.
- 2) вымыть руки и лицо с мылом;
- 3) убрать спецодежду и средства индивидуальной защиты в специально отведенное место.

7.7.1.23 При осуществлении строительства ВОЛС-ВЛ на линиях электропередачи, проходящих на участках сложившейся городской застройки, должны быть выделены опасные зоны, границы подземных и наземных сооружений и коммуникаций, минимальные расстояния, на которые допускается приближение к токоведущим частям. Пути движения монтажных механизмов и места складирования материалов назначаются с учетом местных условий с обеспечением схем безопасного движения транспорта и пешеходов.

## **7.7.2 Допустимые уровни напряженности электрического поля**

7.7.2.1 Создание безопасных условий для производства строительно-монтажных работ в условиях влияния действующих ВЛ сводится к обеспечению допустимых уровней напряженности электрического поля и наведенного напряжения на рабочих местах; ограничению времени пребывания в зоне повышенной напряженности; соблюдению нормируемых расстояний до элементов, которые могут оказаться под опасным потенциалом; устройству защитного заземления; применению средств коллективной и индивидуальной защиты.

Безопасными для работающих без применения электрозащитных средств являются значения напряженности электрического поля не более 5 кВ/м и наведенного напряжения не выше 25 В.

7.7.2.2 Гигиенические нормативы пребывания в электрическом поле, установленные исходя из непосредственного (биологического) воздействия на человека, приведены в в разделе 4.1 [60].

### 7.7.3 Организационные мероприятия

7.7.3.1 В ППР (технологических картах) должны быть указаны организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при работе вблизи действующих ВЛ (обозначены места наложения защитных заземлений, указаны средства защиты работающих от поражения электрическим током и т. п.).

7.7.3.2 Организационными мероприятиями по технике безопасности, подлежащими выполнению являются:

- 1) назначение лиц, ответственных за безопасное ведение работ;
- 2) оформление работ нарядом-допуском;
- 3) допуск к работе;
- 4) осуществление надзора во время работы.

Ответственными за безопасное ведение работ являются:

- 1) выдающий наряд-допуск;
- 2) ответственный руководитель работ;
- 3) допускающий;
- 4) производитель работ (прораб, мастер, бригадир);
- 5) исполнители (члены бригады).

7.7.3.3 Наряд-допуск составляется ответственным руководителем работ на основании письменного разрешения организации, эксплуатирующей влияющую линию электропередачи. При наличии нескольких ВЛ, принадлежащих разным владельцам, необходимо получить разрешение каждого из них.

Допуск к работе по нарядам производится непосредственно на рабочем месте. Он выполняется после подготовки рабочих мест и проверки осуществления предусмотренных технических мероприятий, в первую очередь, наложения заземлений.

Проверка производится ответственным лицом путем личного осмотра.

Перед допуском проверяется соответствие состава бригады указанному в наряде по именованным удостоверениям; проводится инструктаж, включая ознакомление бригады с содержанием наряда, указание границ рабочего места и показ частей, к которым запрещается приближаться независимо от того, находятся они под напряжением или нет; показывается бригаде установленные заземления или проверяется отсутствие напряжения.

При допуске производится также инструктаж о мерах по безопасному ведению работ, включая их технологию, использование приспособлений, инструмента, механизмов и грузоподъемных машин.

## 7.7.4 Мероприятия по заземлению

7.7.4.1 Основным техническим мероприятием электробезопасности является защитное заземление частей, контакт с которыми опасен для человека.

Заземление ВЛ после ее отключения производится персоналом эксплуатирующей организации во всех РУ и у секционирующих коммутационных аппаратов, где отключена линия.

На рабочих местах перед началом строительно-монтажных работ наложение заземлений производится обычно персоналом строительно-монтажной организации.

7.7.4.2 Заземлению при производстве строительно-монтажных работ подлежат все металлические конструкции, элементы ВЛ, механизмы, оборудование и оснастка, находящиеся в зоне влияния и изолированные от земли. Прикасаться к отключенным, но не заземленным токоведущим частям без средств защиты запрещается.

При раскатке грозозащитного троса с ОК предусматривается применение на нем скользящих заземлений.

Для обеспечения безопасности «трос-лидер» и ОКГТ (ОКФП, ОКСН) должны быть заземлены около раскаточных машин или у граничных опор монтируемого участка, а также в пределах монтируемого участка у раскаточных роликов, как минимум, через каждые 1000 м.

Незаземленные провода и тросы отключенной линии считаются находящимися под напряжением.

Приспособления и оснастка, которые могут оказаться изолированными от земли, также должны быть заземлены.

По окончании раскатки данного барабана кабель (трос) в этом месте заземляют. Последние 5-6 витков снимаются с барабана вручную в диэлектрических перчатках.

В случае подвеса ОКСН на уровне нижней траверсы, возможно проведение монтажных работ без отключения ВЛ, на которой осуществляется подвес, но только в сухую погоду и при строгом соблюдении безопасных расстояний до фазных проводов, находящихся под напряжением. При этом необходимо заземлять подвешиваемый кабель и всю металлическую арматуру.

Хотя ОКСН – неметаллический кабель, некоторая проводимость возникает в результате увлажнения поверхности кабеля окружающим воздухом. Токи утечки могут протекать по поверхности ОКСН и арматуры, даже если кабель находится сравнительно далеко от фазных проводов. В сырую и влажную погоду монтаж ОКСН на ВЛ, находящейся под напряжением, запрещается.

Допускается соединение кабелей ОКСН между собой в условиях повышенной влажности или дождя рядом с высоковольтными проводами,

находящимися под напряжением. При этом для предотвращения возникновения опасных токов утечки и кратковременных скачков напряжения, кабель на участке между местом работы и концами пролета (местами крепления арматуры) необходимо заземлять. В сухую погоду на кабеле индуцированный заряд возникает в значительно меньшей степени, но из соображений безопасности его все равно следует заземлять.

При проведении регламентных работ в сухую погоду на ВОЛС-ВЛ с кабелем ОКСН, подвешенном на деревянных опорах или через изолятор, чтобы избежать поражения электрическим током, прежде чем прикасаться к металлическим зажимам требуется их заземлить, т.к. на них может накопиться электрический потенциал.

Если кабель влажный, накопленный электрический заряд в районе металлических зажимов уходит в землю через заземленные опоры. Однако на расстоянии 3-5 м и более от зажимов может оставаться электрический потенциал. Поэтому, чтобы избежать поражения электрическим током необходимо заземлять ОКСН на расстоянии 1-1,5 м с каждой стороны от участка, к которому необходимо прикоснуться.

7.7.4.3 В качестве заземлителя может использоваться заземление опоры, а при его отсутствии или при производстве работ на удалении от опоры - инвентарный заземлитель, изготовленный из круглой стали диаметром не менее 16 мм или газовой трубы диаметром 32 мм, погружаемый вертикально в грунт на глубину 0,5 м при помощи кувалды. Запрещается установка заземлителей в случайные навалы грунта.

7.7.4.4 В качестве заземляющих спусков защитных заземлений применяются инвентарные переносные заземления, состоящие из зажимов для присоединения к частям, которые подлежат заземлению, проводника из голого медного многожильного провода сечением не менее 25 мм<sup>2</sup> и наконечника или струбины для присоединения к инвентарному заземлителю или заземленным конструкциям. Элементы переносного заземления должны быть прочно и надежно соединены путем опрессовки, сварки или болтами. Применение для этой цели пайки запрещается.

При присоединении переносного заземления к заземляющим спускам на опорах следует проверить целостность этих спусков (отсутствие обрывов).

Места присоединения переносных заземлений на конструкциях должны быть очищены от краски.

Запрещается пользоваться проводниками, не предназначенными для целей заземления, и присоединять заземляющие провода путем скрутки.

7.7.4.5 Наложение заземления производится в следующей последовательности: сначала переносное заземление присоединяется к заземлителю («к земле»), а затем после проверки отсутствия напряжения - к заземляемым элементам и конструкциям.

Снимается заземление в обратном порядке: сначала отсоединяется от заземляемых (токоведущих) частей, а затем от заземлителя.

7.7.4.6 Установка и снятие переносных заземлений выполняется в диэлектрических перчатках с применением штанги для наложения заземлений. Закреплять зажимы переносных заземлений следует этой же штангой, а если переносное заземление не снабжено приспособлением, допускающим его наложение и снятие с помощью штанги, то операции выполняются непосредственно руками в диэлектрических перчатках. Очистка поверхностей от краски производится вручную в диэлектрических перчатках.

### **7.7.5 Выбор защитных средств**

7.7.5.1 Выбор необходимых средств защиты регламентируется разделом 4.1 [60].

### **7.7.6 Мероприятия при работе в пролетах пересечения с действующими ВЛ и зонах влияния**

Производство работ по монтажу ОК в пролетах пересечений с действующими линиями необходимо выполнять в соответствии с разделом 4.15 [60].

## **7.8 Правила транспортировки и хранения ОК**

7.8.1 Перевозку барабанов с ОК производят без перегрузки:

- 1) по железной дороге;
- 2) автотранспортом по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием на расстояние до 200 км, по булыжным и грунтовыми дорогам на расстояние до 50 км со скоростью до 40 км/час.

Допускается перевозка с общим числом перегрузок не более двух при различных видах транспорта (воздушный или железнодорожный) совместно с автомобильным.

7.8.2 Барабаны с ОК в транспортных средствах устанавливаются и крепятся вертикально в соответствии с правилами, действующими на транспорте данного вида.

7.8.3 Перевозку барабанов с кабелем на трассу ВЛ к месту монтажа производят в потребительской таре (в контейнерах или на поддонах).

7.8.4 Транспортировка ОК должна производиться при температуре воздуха, указанной заводом-изготовителем ОК.

7.8.5 Допускается транспортировать барабаны с ОК при интенсивности дождя не более 3 мм/мин (ливень).

7.8.6 При транспортировке барабаны с ОК не должны подвергаться воздействию паров кислоты, щелочей и других агрессивных сред.

7.8.7 Погрузка и выгрузка барабанов с ОК производится с помощью грузоподъемных механизмов. Свободно скатывать и сбрасывать барабаны с платформы транспортного средства категорически запрещено.

Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем при использовании крана должна производиться только с закреплённой на его крюке траверсой. Конструкция траверсы, сечение строп (цепей), диаметр и длина штанги (оси) или конструкция крюков-захватов должны соответствовать размерам и весу барабана. Траверса, стропы, крюки-захваты должны быть изготовлены в соответствии с требованиями Ростехнадзора, предъявляемыми к устройствам для проведения погрузочных работ, и иметь соответствующие сертификаты.

Запрещается работа с использованием крана без применения траверсы, так как в этом случае под действием веса барабана с кабелем стропы (цепи) будут деформировать щёки барабана, что приведёт к повреждению намотанного на него кабеля.

7.8.8 Погрузка и перевозка неисправных барабанов с кабелем не разрешается. В этих случаях кабель должен быть перемотан на исправный барабан.

7.8.9 Барабаны с кабелем, как правило, перекачивать не разрешается. В исключительных случаях допускается перекатка обшитых барабанов на расстояние до 50 метров. При этом перекачивать барабаны следует только в направлении, указанном стрелкой на его щеке.

7.8.10 Организация складирования и хранения волоконно-оптического кабеля должна исключать возможность его повреждения. Барабаны с кабелем должны храниться в упакованном виде в вертикальном положении в один ряд, как в складских помещениях, так и на открытых площадках.

7.8.11 Барабаны с ОК, поступившие в строительную-монтажную организацию, хранят в потребительской таре (в контейнерах или на поддонах) предприятия-изготовителя в вертикальном положении в условиях соответствующих требованиям ТУ на хранение кабеля.

В воздухе должны отсутствовать пары кислот, щелочей и других агрессивных сред.

При складировании барабанов с кабелем не допускается установка их друг на друга во избежание повреждения кабеля щеками барабанов.

Проезды, проходы и разрывы между складированными изделиями должны соответствовать габаритам транспортных и грузоподъемных механизмов.

7.8.12 Барабаны с кабелем, по мере поступления от изготовителя/поставщика, должны быть зарегистрированы с указанием наименования, марки,



заводского номера, даты поступления, номера транспортного документа (накладной, акта).

По мере вывозки кабеля на трассу в документах следует фиксировать, на какой участок (пункт) и когда он отправлен.

7.8.13 Количество барабанов с ОК и сроки хранения кабеля на приобъектном складе определяются графиком производства работ по монтажу ВОЛС-ВЛ.

7.8.14 Барабан с частично смотанным ОК должен пройти входной контроль качества, после чего его обшивают сплошным рядом досок, на бирке и в паспорте указывают новую длину кабеля и оставляют на хранение до востребования.

Концы кабеля должны быть защищены от проникновения влаги и вытекания заполнителя.

7.8.15 Перед транспортировкой на трассу ОК и другие материалы и изделия должны пройти приемо-сдаточный контроль качества.

Деревянную обшивку барабана разрешается снимать только непосредственно перед установкой его на раскаточное устройство.

## **7.9 Перечень оформляемой производственной документации и маркировка элементов ВОЛС**

### **7.9.1 Перечень оформляемой производственной документации**

В период строительства ВОЛС-ВЛ оформляется производственная документация, отражающая ход производства строительно-монтажных работ и техническое состояние объекта строительства. Перечень и объем документации определяется характеристиками объекта строительства. Примерный перечень производственной документации представлен ниже.

#### **7.9.1.1 До монтажа ОК:**

- 1) договор на строительство ВОЛС-ВЛ;
- 2) согласованный список замечаний и изменений к проектно-сметной документации;
- 3) график поставки оборудования заказчиком;
- 4) график выполнения строительно-монтажных работ;
- 5) протокол утверждения плана работ, включая сроки приемочных испытаний;
- 6) протокол согласования с организацией, эксплуатирующей ВЛ, на которой будет осуществляться монтаж ОК;

- 7) протоколы взаимного согласования с владельцами пересекаемых объектов (переходы через ВЛ, линии связи, железные и автомобильные дороги, внутренние водные пути);
- 8) акт готовности участка ВЛ для монтажа ВОЛС-ВЛ;
- 9) акты передачи оборудования;
- 10) акт приемочного контроля ОК;
- 11) акт-допуск для производства строительно-монтажных работ в охранной зоне действующих ВЛ (на территории действующих ПС);
- 12) протокол входного контроля оптических параметров кабеля, поставляемого на ВОЛС-ВЛ;
- 13) заводской паспорт ОК, поставляемого на ВОЛС-ВЛ.

#### 7.9.1.2 В процессе монтажа ОК:

- 1) наряд-допуск на производство работ повышенной опасности;
- 2) журнал производства работ по монтажу ВОЛС-ВЛ;
- 3) журнал авторского надзора за строительством ВОЛС-ВЛ.

#### 7.9.1.3 По окончании монтажных работ:

- 1) протокол измерений оптического кабеля на регенерационном участке ВОЛС-ВЛ;
- 2) укладочная ведомость строительных длин ОК;
- 3) уведомление об окончании работ и готовности ВОЛС-ВЛ (участка между пунктами регенерации);
- 4) протокол обследования законченной строительством ВОЛС-ВЛ;
- 5) паспорт магистральной ВОЛС-ВЛ;
- 6) акт рабочей комиссии о готовности законченной строительством ВОЛС-ВЛ для предъявления приемочной комиссии;
- 7) справка об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией по приемке ВОЛС-ВЛ;
- 8) акт приемочной комиссии о приемке в эксплуатацию законченной строительством ВОЛС-ВЛ.

### **7.9.2 Маркировка элементов ВОЛС-ВЛ**

7.9.2.1 Требования к маркировке и пломбированию элементов ВОЛС-ВЛ составляются в каждом конкретном случае, исходя из требований удобства эксплуатирующей организации (заказчика).

7.9.2.2 Маркировать кабельные барабаны следует сквозной нумерацией с указанием порядкового номера как на барабанах, так и в монтажной ведомости, где указываются номера участков, строительная длина ОК и номера барабанов.

7.9.2.3 Информационные знаки с условным обозначением ВОЛС и номером соединительной муфты должны соответствовать требованиям [61].

7.9.2.4 Маркировка соединительных и ответвительных муфт (на три, четыре кабеля), маркировка кабеля (по требованию заказчика) производится с указанием номера ОК и соответствующего участка ВОЛС-ВЛ.

7.9.2.5 Маркировка оптических разъемов на оптических кроссах выполняется в виде сквозной нумерации. На многопортовых кроссах маркировку портов следует выполнять для каждого ОК начиная с «1». На каждый кросс необходимо установить маркировочную планку. Содержание надписи на маркировочной планке согласовывается с Заказчиком. Маркировка кабеля на вводах в кросс производится с указанием номера ОК и соответствующего участка ВОЛС-ВЛ.

На схеме соединений оптических волокон с разъемами указываются соответственно номера разъемов и цвет волокна.

7.9.2.6 Пломбирование муфт производится только по требованию заказчика. Краской помечаются винтовые соединения, обеспечивающие герметичность муфт.

7.9.2.7 На кабелях, прокладываемых в коробах и на лотках, бирки должны быть установлены не реже чем через каждые 50 - 70 м, а также в местах изменения направления трассы, с обеих сторон проходов через междуэтажные перекрытия, стены и перегородки, в местах ввода (вывода) кабеля в траншеи и кабельные сооружения.

На скрыто проложенных кабелях в траншеях бирки устанавливаются у конечных пунктов и у каждой соединительной муфты.

Бирки следует применять: в сухих помещениях - из пластмассы, стали или алюминия; в сырых помещениях, вне зданий и в земле - из пластмассы. Бирки должны быть закреплены на кабелях нейлоновой кабельной стяжкой.

## **8 Эксплуатация ВОЛС**

### **8.1 Организация эксплуатации и ремонт**

8.1.1 Организация эксплуатации ВОЛС-ВЛ включает выполнение следующих организационно-технических мероприятий:

- 1) приемка ВОЛС-ВЛ в эксплуатацию;
- 2) распределение зон обслуживания ВОЛС-ВЛ между эксплуатационными предприятиями с обязательным назначением лиц, ответственных за эксплуатацию;

- 3) мониторинг ОВ ВОЛС с помощью системы контроля и мониторинга;
- 4) обеспечение слаженного взаимодействия технического обслуживания ВОЛС-ВЛ с техническим обслуживанием ВЛ;
- 5) планирование работ по эксплуатации;
- 6) подготовка и допуск обслуживающего инженерно-технического и ремонтного персонала;
- 7) техническое обслуживание;
- 8) ремонт;
- 9) сбор и анализ информации по технической эксплуатации;
- 10) ведение эксплуатационно-технической документации, компьютерного банка данных.

#### 8.1.2 Основные обязанности работников, эксплуатирующих ВОЛС-ВЛ:

- 1) обеспечение заданного качества связи;
- 2) содержание линейно-кабельных сооружений и оборудования связи в состоянии эксплуатационной готовности;
- 3) соблюдение технологической дисциплины.

8.1.3 Приемка в эксплуатацию ВОЛС-ВЛ или участков ВОЛС-ВЛ производится в соответствии с главой 7.6 настоящих Правил.

Приемка в эксплуатацию смонтированного (подвешенного) на опорах ВЛ оптического кабеля с несогласованными отступлениями от проекта, недоделками и дефектами не допускается.

8.1.4 При техническом обслуживании должны производиться работы по предотвращению преждевременного износа элементов ВОЛС-ВЛ путем устранения повреждений и неисправностей, выявленных при осмотрах, проверках и измерениях.

8.1.5 При капитальном ремонте ВОЛС-ВЛ должен быть выполнен комплекс мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных характеристик ВОЛС-ВЛ в целом или отдельных ее элементов, путем замены их новыми, повышающими их надежность и улучшающими эксплуатационные характеристики.

8.1.6 Аварийно-восстановительные работы организуются немедленно после получения информации о любом виде отказа линейных сооружений ВОЛС-ВЛ и должны вестись непрерывно и в объемах, обеспечивающих восстановление работоспособности ВОЛС-ВЛ в кратчайшие сроки.

8.1.7 Техническое обслуживание и ремонтные работы по ВОЛС-ВЛ должны быть организованы, как правило, комплексно путем проведения всех

необходимых работ с максимально возможным сокращением продолжительности отключения ВЛ.

8.1.8 Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ должны выполняться с использованием специальных машин, механизмов, транспортных средств, такелажа, оснастки, инструмента и приспособлений.

Средства механизации должны быть укомплектованы в соответствии с нормами и размещены на ремонтно-производственных базах (РПБ) предприятий и их подразделений.

8.1.9 Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ, связанные с подъемом на опору (спуском и подъемом кабеля, закреплением соединительных муфт на опорах ВЛ), производится персоналом, обслуживающим линии электропередачи.

Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ, выполняемые без подъема на опору (соединение оптических волокон, монтаж муфт), осуществляется работниками службы связи, в присутствии представителя службы линий.

Обход и осмотр ВОЛС-ВЛ должен производиться персоналом, обслуживающим линии электропередачи.

8.1.10 Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ в зависимости от вида работ, наличия соответствующих приспособлений, подготовки персонала и др. условий могут выполняться со снятием и без снятия напряжения с токоведущих частей ВЛ.

8.1.11 Для контроля за выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту ВОЛС-ВЛ следует использовать существующие формы отчетности по линиям электропередачи: листки обходов, ведомости и журналы неисправностей, ведомости измерений габаритов и стрел провеса, журналы учета работ, а также компьютер.

8.1.12 При эксплуатации ВОЛС-ВЛ должны соблюдаться правила охраны электрических сетей и контролироваться их выполнение.

Организация, эксплуатирующая ВОЛС-ВЛ и ВОЛС на самостоятельных опорах, должна информировать предприятия и организации, находящиеся в районе прохождения ВОЛС, о требованиях указанных правил.

8.1.13 Организация, эксплуатирующая ВОЛС-ВЛ, должна содержать в исправном состоянии постоянные знаки, установленные на опорах в соответствии с проектом обозначения ВОЛС в местах установки соединительных муфт.

8.1.14 Конструктивные изменения элементов ВОЛС-ВЛ должны выполняться только при наличии технической документации, согласованной с проектной и эксплуатирующими организациями.

8.1.15 Лица, осуществляющие эксплуатацию, обязаны соблюдать утвержденные технологии и требования в области охраны окружающей среды, восстановления природной среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, а также проводить мероприятия по восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством.

## **8.2 Техническое обслуживание и ремонт ВОЛС-ВЛ**

### **8.2.1 Общие положения**

8.2.1.1 Задачей технического обслуживания и ремонта является проведение профилактических и ремонтных текущих работ с целью предупреждения отказов ВОЛС-ВЛ.

8.2.1.2 На ВОЛС-ВЛ производятся следующие ремонты:

- 1) текущий ремонт;
- 2) капитальный ремонт;
- 3) аварийно-восстановительные работы.

При текущем ремонте выполняются работы, необходимость которых выявляется при техническом обслуживании.

Текущий ремонт ВОЛС-ВЛ включает в себя:

- 1) проверку узлов и элементов поддерживающих конструкций;
- 2) регулировку стрелы провеса ВОК;
- 3) проверку надежности закрепления ВОК;
- 4) регулировку расстояний между ВОК и проводами, подвешенными на опорах;
- 5) проверку наличия и мест установки виброгасителей;
- 6) замену и восстановление отдельных изношенных и неисправных элементов поддерживающих конструкций;
- 7) ремонт ВОК (в случае повреждения, не вызвавшего перерыва связи);
- 8) частичную замену или выноску ВОК в пределах одного пролета;
- 9) замену и ремонт отдельных оптических муфт, восстановление целостности защитных покровов кабеля;
- 10) ремонт и частичную замену защиты кабеля от механических воздействий;

Капитальный ремонт ВОЛС-ВЛ должен выполняться исходя из реального износа ВОЛС-ВЛ по решению технических руководителей эксплуатации

ВОЛС-ВЛ и ВЛ. Ремонты ВОЛС-ВЛ и ВЛ должны производиться, как правило, одновременно.

При капитальном ремонте одновременно выполняются все работы, относящиеся к текущему ремонту.

Капитальный ремонт линейных сооружений производится по отдельным проектам, сметам и нормативам хозяйственным или подрядным способом.

Приемка выполненных работ по плану капитального ремонта производится комиссией, назначаемой руководством предприятия.

При капитальном ремонте выполняются следующие основные виды работ:

- 1) приведение оптических характеристик кабеля к установленным нормам на всей длине кабельной магистрали;
- 2) замена ОК (более одного пролета), несоответствующих предъявляемым к ним требованиям, на новые;
- 3) большие объемы работ по перемонтажу муфт и восстановлению целостности защитных покровов кабеля;
- 4) восстановление элементов ВЛ.

Длина заменяемого участка ОК определяется работниками службы связи, совместно с персоналом службы линий. Длина поврежденного участка может быть ограничена одним или несколькими промежуточными пролетами. Если установка дополнительных соединительных муфт недопустима, длина заменяемого поврежденного участка определяется строительной длиной ОК.

Ремонт производится в соответствии с технологическими картами на замену ОК и установку ремонтной муфты.

После проведения ремонтных работ, связанных с устранением повреждений ОК или восстановлением его целостности, необходимо провести оптические измерения оптического тракта (затухания сигнала в нем).

8.2.1.3 Техническое обслуживание включает в себя мониторинг состояния ОВ с применением системы удаленного контроля и мониторинга ОВ, осмотры элементов ВОЛС-ВЛ, измерение оптических параметров ОК при помощи рефлектометра, а также - текущий ремонт.

При осмотрах производят проверку внешнего состояния ОК, арматуры подвески и другой арматуры ОК, креплений зажимов и заземляющих спусков ОК, муфт и др.

Путем измерений оптических параметров производят проверку состояния оптических волокон ОК. Измерения затухания оптического сигнала ОВ проводят с помощью системы мониторинга ОВ, на волокнах, подключенных к системе, в случае, если такая система установлена, а также переносным рефлектометром. В случае прироста затухания в ОВ, необходимо определить участок, где зафиксирован прирост затухания или обрыв ОВ, выявить причины

их возникновения и выполнить мероприятия по устранению. Текущий ремонт производится по результатам осмотров и измерений.

График периодических осмотров и измерений должен быть утвержден техническим руководителем эксплуатирующей организации.

8.2.1.4 Объем и периодичность проведения работ при техническом обслуживании ОК приведен в Таблице 8.2.1 настоящих Правил.

Таблица 8.2.1 Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании ОК

№ п/п	Наименование	Сроки проведения	Примечание
1	Измерения оптических параметров ОК		<p>Замеряется величина затухания оптического сигнала на контролируемых ОВ. В случае увеличения значения затухания оптического сигнала принимаются решения об внеочередном осмотре. Разрабатываются решения по устранению причин повышения затухания.</p> <p>В случае увеличения затухания в местах соединения ОВ (в муфтах) необходимо провести контроль всех соединений ОВ в области прироста затухания.</p> <p>В аварийной ситуации определяется место повреждения ОК</p>
1.1	Мониторинг состояния ВОЛС с применением системы удаленного контроля и мониторинга ОВ	Постоянно	
1.2	Проверка коэффициента затухания оптических волокон и потерь на стыках оптических волокон (в муфтах) с использованием оптического рефлектометра	Не реже 1 раза в 6 мес. и при аварийных ситуациях	
2	Осмотры		
2.1	Периодические осмотры в дневное время без подъема на опору	Не реже 1 раза в 6 мес.	По графику, утвержденному главным инженером ПЭС
2.2	Верховые осмотры с выборочной проверкой кабеля	В первый год 1 раз в 6 мес., далее по мере	При обнаружении повреждения кабеля от вибрации производится сплошная



	в зажимах	необходимости	проверка с выемкой кабеля из зажимов
2.3	Осмотр заземляющих спусков арматуры ОК	Не реже 1 раза в 6 лет	

*Окончание Таблицы 8.2.1*

№ п/п	Наименование	Сроки проведения	Примечание
2.4	Выборочные осмотры, выполняемые инженерно-техническими работниками электросетей	Не реже 1 раза в год	
2.5	Внеочередные осмотры в условиях, которые могут привести к повреждениям ОК	После окончания активного грозового сезона. После образования гололеда на тросах ВЛ и ОК	По решению главного инженера ПЭС, начальника службы линий
2.6	Измерение сопротивления изоляции пластмассовой оболочки ОК, содержащего металлические конструктивные элементы (выполняется по участкам линии, между оптическими муфтами, оборудованными КИП)	1 раз в год	Весной
2.7	Контроль состояния заземлений на НРП контейнерного типа (установленных непосредственно в грунт) и контроль заземлений вводов ОК с металлическими конструктивными элементами в помещениях обслуживаемых пунктов	2 раза в год	Зимой и летом при максимальном промерзании и высыхании грунта
2.8	Контроль глубины залегания ОК и уточнение картограмм прохождения трассы ВОЛС	Не реже 1 раза в 5 лет	
2.9	Проверка расстояний от ОК до провода, измерение стрелы провеса ОК	При осмотрах	
2.10	Наблюдение за образованием гололеда на ОК	В период гололедообразования	
2.11	Проверка (измерение) сопротивления заземления	1 раз в год	

	опор в пролетах, где подвешен ОКГТ		
3	Текущий ремонт	По мере необходимости	

### **8.2.2 Мониторинг ВОЛС-ВЛ**

8.2.2.1 На ВОЛС-ВЛ, оборудованных системой мониторинга состояния ОВ, измерения, как правило, проводятся в автоматическом режиме через равные промежутки времени, что позволяет вовремя обнаружить и в ряде случаев предотвратить аварийные ситуации, связанные с повреждением ОВ.

8.2.2.2 В зависимости от длины ВОЛС-ВЛ локализация места повреждения ОК системой мониторинга производится с разной погрешностью. Точное место повреждения должно выявляться при визуальном осмотре ОК при выезде на трассу ВОЛС-ВЛ.

8.2.2.3 В зависимости от конфигурации системы мониторинга измерения могут проводиться как по неактивным (темным), так и по активным (светлым) ОВ. Если к системе мониторинга состояния ОВ подключены все активные ОВ, то тогда нет необходимости проводить периодические плановые измерения параметров ОВ с использованием рефлектометра. Если система мониторинга проводит измерения не по всем, а только по одному или нескольким ОВ, как активным, так и пассивным, то в этом случае должны выполняться дополнительные плановые проверки состояния ОВ рефлектометром.

8.2.2.4 При получении сообщения от системы мониторинга о возникновении затухания сигнала в ОВ выше допустимого значения, должна быть запланирована внеочередная проверка состояния ОК или соединительной муфты.

8.2.2.5 Требования к системе мониторинга состояния и температуры ОВ приведены в п. 9 настоящих Правил.

### **8.2.3 Проведение осмотров ВОЛС-ВЛ**

8.2.3.1 Периодические осмотры проводятся в дневное время для подетальной тщательной проверки состояния кабеля, элементов его подвеса и крепления.

8.2.3.2 Осмотры производятся без подъема на опоры и с подъемом на высоту (верховые осмотры) с выборочной проверкой состояния кабеля в поддерживающих и натяжных зажимах.

8.2.3.3 Верховые осмотры кабеля производятся для выявления неисправностей крепления ОК, проскальзывания кабеля в поддерживающем зажиме, степени коррозии арматуры, затяжки болтов арматуры, состояния кабеля в натяжном зажиме, состояния крепления кабеля к телу опоры в местах его соединения.

При этом особое внимание уделяется надежности установки гасителей вибрации.

Кроме того на ВЛ 110 кВ и выше, где возможно изменение структуры наружной оболочки самонесущего кабеля (ОКСН) под действием электрического поля, осматривается кабель на выходе из зажимов.

8.2.3.4 Периодические осмотры ОК производятся выборочно с ревизией натяжных и поддерживающих зажимов. Осмотры производятся также после окончания ремонтных работ на ОК.

8.2.3.5 Внеочередные осмотры проводятся для выявления неисправностей ОК, которые могут возникнуть после стихийных явлений или в условиях, приводящих к повреждению всей ВЛ (сверхрасчетный гололед, пожары вблизи ВЛ, ураганы, пляска проводов и др.).

#### **8.2.4 Проверка расстояний от ОК до проводов, измерение стрел провеса**

8.2.4.1 Для проверки соответствия фактических расстояний от кабеля до проводов или земли, предусмотренных проектом, следует производить их измерение. Расстояния могут измеряться:

- 1) без снятия напряжения с помощью геодезического угломерного инструмента (теодолита), специальных оптических приборов, изолирующих канатов;
- 2) со снятием напряжения при помощи рулетки, каната или рейки.

8.2.4.2 При измерениях стрел провеса следует фиксировать температуру воздуха. Фактическая стрела провеса сравнивается с расчетной при данной температуре.

#### **8.2.5 Наблюдение за образованием гололеда на ОК**

8.2.5.1 При наблюдении за образованием гололеда необходимо учитывать следующее:

- 1) гололед образуется в холодное время года в результате оседания переохлажденной воды, находящейся в воздухе в виде тумана, мороси, дождя или налипания мокрого снега;
- 2) образование гололеда может происходить интенсивно, в течение непродолжительного времени.

8.2.5.2 Для своевременного обнаружения образования на ОК гололедных отложений необходимо вести специальные наблюдения на ВЛ при атмосферных условиях, способствующих образованию гололеда.

8.2.5.3 При наблюдении за образованием гололеда по возможности следует фиксировать:

- 1) вид отложений;
- 2) диаметр отложения;
- 3) массу отложения;
- 4) метеоусловия (температура воздуха, направление и скорость ветра и др.);
- 5) наличие пляски кабеля.

### **8.2.6 Характерные неисправности ОКГТ и ОКФП**

#### **8.2.6.1 Неисправности на ОК:**

- 1) наличие набросов, оборванных (лопнувших) или перегоревших проволок, следов оплавления или вспучивания верхнего повива («фонари»);
- 2) изменение стрел провеса и расстояний от троса до проводов;
- 3) наличие коррозии;
- 4) отсутствие гасителей вибрации, предусмотренных проектом, или их смещение с места установки.

#### **8.2.6.2 Неисправности в подвесе:**

- 1) некачественный монтаж защитной обмотки поддерживающего зажима;
- 2) смещение подушек из неопрена относительно друг друга;
- 3) слабая затяжка поддерживающего зажима, трещины в корпусе зажима;
- 4) смещение меток при монтаже натяжного зажима;
- 5) отсутствие гаек и шплинтов;
- 6) коррозия арматуры и заземляющего троса.

8.2.6.3 Неисправности ОК и соединительных муфт выявляют как при визуальном осмотре, так и путем измерений с помощью системы удаленного контроля и мониторинга ОВ и с помощью оптического рефлектометра.

8.2.6.4 Визуально могут быть выявлены явные обрывы ОК и повреждения, при которых элементы ОКГТ и ОКФП оказываются оголены. Кроме того, визуально определяются повреждения соединительных муфт:

- 1) повреждения ОК в местах заделки в муфты;
- 2) наружные повреждения муфт, которые могут привести к повреждению оптических волокон; такие как: вмятины в корпусе муфт, отверстия и т.п.

### **8.2.7 Характерные неисправности ОКСН**

8.2.7.1 Неисправное состояние ОКСН и соединительных муфт выявляют при визуальном осмотре, путем измерений с помощью системы удаленного контроля и мониторинга ОВ и оптического рефлектометра.

8.2.7.2 Визуально могут быть выявлены обрывы ОКСН, механические электрические повреждения полиэтиленовой оболочки кабеля (изменение цвета, шелушение, образование каверн, местные разрушения оболочки, главным образом, в местах выхода кабеля из натяжных зажимов). Кроме того, визуально определяются повреждения соединительных муфт:

- 1) повреждения ОКСН в местах заделки в муфты;
- 2) наружные повреждения муфт, могущие привести к повреждению кабеля и оптических волокон.

8.2.7.3 Неисправности в подвесе аналогичны приведенным в 8.2.6.2 настоящих Правил.

### **8.2.8 Характерные неисправности ОКНН**

8.2.8.1 Визуально могут быть выявлены следующие неисправности:

- 1) обрывы ОКНН;
- 2) механические повреждения наружной оболочки кабеля (например, в результат «ухода» гасителя вибрации на ГТ, на котором навит ОКНН и др.);
- 3) электрические повреждения наружной оболочки ОК (изменение цвета, образование каверн, шелушение, оплавления и т.п.);
- 4) повреждения ОКНН в местах заделки в муфты;
- 5) наружные повреждения соединительных муфт;
- 6) повреждения (дефекты) узлов крепления ОКНН к ГТ и телу опоры.

### **8.2.9 Оформление документации по эксплуатации ВОЛС-ВЛ**

8.2.9.1 Результаты осмотров, проверок и измерений, проведенных на ОК, должны быть записаны в листках осмотра, ведомости и журнале неисправностей, заведены в электронную базу данных, хранящуюся на компьютере или сервере с приложением фото-видеоматериалов. Должны быть составлены протоколы оптических измерений и подготовлены электронные базы рефлектограмм.

8.2.9.2 Результаты измерений при помощи системы мониторинга ОВ заносятся в электронную базу данных автоматически.

8.2.9.3 Неисправности (повреждения) кабеля должны быть подробно записаны электромонтером, производящим осмотр, в «Листок осмотра», который по окончании осмотра передается мастеру.

8.2.9.4 Отмеченные в «Листке осмотра» неисправности должны быть занесены в журнал неисправностей ВЛ и в электронную базу данных. Начальник службы линий совместно с главным инженером предприятия электрических сетей выносят решение о сроке и способе ликвидации неисправностей и об этом ставят в известность соответствующую службу (подразделение) связи, в ведении которой находится эта линия связи. При устранении неисправностей должны быть внесены замечания, сделанные при осмотрах ВЛ инженерно-техническими работниками ПЭС.

8.2.9.5 Каждый год после проведения плановых измерений должен быть составлен анализ измерений, в котором указываются участки ВОЛС на которых обнаружено затухание сигнала не входящее в нормы с указанием причин и путей возможного решения возникших проблем. Результаты анализа оптических измерений оформляются согласно Приложению Б.

## **8.3 Проведение аварийно-восстановительных работ на ВОЛС**

### **8.3.1 Общие положения**

8.3.1.1 Аварийно-восстановительные работы представляют ряд мероприятий для восстановления связи в кратчайшее время, как правило, по следующим этапам:

- 1) определение места повреждения, уточнение характера и объема повреждений;
- 2) установка ВОКВ;
- 3) проведение ремонта ВОЛС-ВЛ и снятие ВОКВ с восстановлением связи на постоянной основе.

8.3.1.2 Период времени на определение места повреждений, уточнение характера и объема повреждений, установку ВОКВ не должен превышать 10 часов.

Место повреждения ВОЛС определяется по данным системы автоматического контроля аппаратуры связи, мониторинга состояния ОВ и уточняется путем измерений, проводимых работниками эксплуатирующего подразделения с ближайшего к месту повреждения оптического кросса. При обнаружении повреждения: обрыва, большой неоднородности в виде ступени или постепенного пропадания сигнала в шумах, расстояние до него определяют по рефлектограмме. По схеме трассы и по чертежам – трассовке определяют

местоположение повреждения: оптическая муфта, участок строительной длины ОК или противоположная станция.

8.3.1.3 Все работы, связанные с восстановлением и заменой ОК, должны проводиться по технологическим картам, разрабатываемым эксплуатирующей организацией, учитывающим конструкции опор ВЛ (стальная, железобетонная, двухцепная, одноцепная и т. п.), место повреждения ОК, класс напряжения ВЛ, условия прохождения трассы ВЛ и т. п.

8.3.1.4 Работы, связанные с восстановлением ОК, производятся с отключением ВЛ, а работы по монтажу соединительных муфт ОК на опорах, за исключением муфт ОКФП, могут производиться на ВЛ, находящихся под напряжением.

8.3.1.5 Измерения ОВ должно проводиться в соответствии с [62] и [63].

### **8.3.2 Организационные мероприятия**

8.3.2.1 Аварийно-восстановительные работы производятся предприятиями, обслуживающими линии, а также специализированными организациями. Работы производятся комплексной бригадой. Списочный состав бригады определяется приказом по предприятию. В приказе приводится перечень транспортных средств, используемых при аварийно-восстановительных работах.

8.3.2.2 Ответственный руководитель работ составляет график ежегодного проведения практических занятий (тренировок) со всеми членами комплексной бригады по проведению восстановительных работ с учетом конкретных условий прохождения трассы ВЛ и требований по монтажу ОК.

8.3.2.3 Ответственный руководитель работ совместно с производителем работ составляет перечень обязанностей и действий конкретно для каждого члена бригады при возникновении аварийной ситуации.

8.3.2.4 Ответственный руководитель работ должен предусмотреть и разработать схему оповещения и сбора всех членов бригады в момент аварийной ситуации.

8.3.2.5 В случаях выхода из состава бригады ее члена в результате увольнения, болезни, отпуска и т.п. ответственный руководитель работ должен предусматривать замену.

8.3.2.6 Все транспортные средства, предусмотренные к использованию в восстановительных работах, должны быть всегда в технически исправном состоянии. В случаях вывода их в ремонт должна быть предусмотрена замена.

8.3.2.7 Примерный состав комплексной бригады приведен в Таблице 8.3.1 настоящих Правил.

Таблица 8.3.1 Примерный состав комплексной бригады

Профессия (должность)	Разряд	Кол-во чел.	Примечания
Производитель работ	ИТР	1	
Электролинейщик	5	3	Прокладка временного ОК, монтаж заменяемого ОК
Электролинейщик	4	3	-
Электролинейщик	3	2	-
Связист	ИТР	2	Соединение оптических волокон, монтаж соединительных муфт, измерения
Водитель бригадной машины		1	Участие в низовых работах
Водитель грузовой машины (лаборатории)		1	Участвует в подготовительных работах по монтажу муфт
Водитель грузовой машины		1	Перевозка материалов и оборудования
Всего		14	

### 8.3.3 Возможные виды аварий

8.3.3.1 Механическое повреждение ОК с обрывом оптических волокон, не связанное с повреждением элементов ВЛ.

8.3.3.2 Обрыв ОК.

8.3.3.3 Деформация элемента опоры, вызвавшая обрыв ОК.

8.3.3.4 Падение опоры (опор), вызвавшее обрыв ОК.

8.3.3.5 В случае плавки гололеда переменным током, возможно локальное разрушение ОКГТ в результате термического воздействия тока плавки, величина которого превышает максимально допустимое значение тока плавки. Причиной такого превышения может служить замыкание ОКГТ на землю в случае разрушения изолированного крепления ОКГТ или его спусков на опорах ВЛ или вследствие нарушений (отступление от проектной документации) при строительстве или ремонтах ОКГТ и его креплений на опорах ВЛ. Данное повреждение может явиться причиной обрыва ОКГТ.

При плавке гололеда постоянным током в случае обрыва ОКГТ, происходит автоматическое отключение управляемого выпрямителя плавки гололеда, локальное термическое разрушение ОКГТ невозможно.



### **8.3.4 Виды восстановления ОК**

8.3.4.1 При обрыве ОК возможны два вида восстановления кабеля:

1) вставка ОК на длине одного-двух промежуточных пролетов ВЛ с установкой одной или двух дополнительных соединительных муфт. Расстояние от опоры до места повреждения ОК в пролете должно быть не менее расстояния, равного высоте опоры, на которой будет установлена дополнительная муфта;

2) замена строительной длины ОК (от муфты до муфты).

Возможность установки дополнительных муфт определяет служба связи.

8.3.4.2 Восстановление линии связи рассматривается по двум схемам: временной и постоянной.

8.3.4.3 Временная схема предусматривает восстановление связи по временному кабелю, проложенному между концами оборванного ОК или между соединительными муфтами на участке поврежденного кабеля.

Для этого применяются специальный диэлектрический ОК, определяемый при проектировании ВОЛС-ВЛ.

После восстановления поврежденных элементов ВЛ и замены поврежденного ОК временный кабель демонтируется.

8.3.4.4 Если восстановление поврежденного элемента ВЛ не требует значительного времени, используется постоянная схема восстановления ОК, которая не требует применения специального временного кабеля. При этом поврежденный ОК заменяется на новый.

8.3.4.5 Во время гололедного периода, для обеспечения плавки гололеда на ОКГТ с целью недопущения возникновения сверхнормативных климатических нагрузок необходимо в кратчайшие сроки восстановить контур плавки гололеда согласно принятой для данной ВЛ схеме.

8.3.4.6 Конструктивно-технические решения по восстановлению контура плавки ОКГТ должны соответствовать требованиям [64]. Конструктивно-технические решения по восстановлению контура плавки ОКФП аналогичны решениям для ОКГТ.

### **8.3.5 Технические мероприятия по проведению аварийно-восстановительных работ**

8.3.5.1 Монтаж ОК при восстановлении связи по постоянной схеме выполняется в соответствии с требованиями по монтажу данного типа ОК (см. Раздел 7.4) и не требует выполнения дополнительных технических мероприятий.

8.3.5.2 Восстановление связи по временной схеме требует выполнения следующих операций:

1) проверки отсутствия заметных деформаций ОК у ближайших к месту обрыва опор, особенно в его подвесах на опорах; если деформации на кабеле имеют место, переходить на следующую от места обрыва опору; при отсутствии заметных деформаций на ОК необходимо спустить его до земли и отрезать его на расстоянии 10-15 м от опоры;

2) разделки концов кабеля у опор; оптическим рефлектометром проверить состояние волокон кабеля у обеих опор в обе стороны; при наличии дефекта разделать его у следующей опоры;

3) прокладки временного ОК между концами оборванного ОК или от одной соединительной муфты до другой, между которыми поврежден кабель; желателен концы временного кабеля разделать заранее во временных муфтах, защищающих место соединения оптических волокон;

4) соединения оптических волокон временного оптического кабеля с волокнами кабеля на ВЛ; соединение волокон производится сваркой или с помощью механических соединителей; смонтировать временные муфты, защищающие место соединения оптических волокон.

8.3.5.3 Производятся ремонтно-восстановительные работы на ВЛ с заменой ОК на поврежденном участке. После окончания ремонтно-восстановительных работ на ВЛ восстанавливается связь по постоянной схеме.

8.3.5.4 Демонтируется временная схема (кабель, арматура, временные опоры и т. п.), диэлектрический кабель наматывается на барабан; все демонтированные материалы и приспособления, пригодные для дальнейшего применения, отправляются на склад аварийного запаса.

8.3.5.5 Прокладка временного диэлектрического ОК осуществляется по опорам ВЛ, на стойках которых подвешиваются монтажные раскаточные ролики. Радиус роликов должен быть не менее 20 диаметров ОК. Концевые ролики (на опорах, где производится соединение ОК) должны иметь радиус в два раза больше.

8.3.5.6 Протяжка временного кабеля по роликам может быть выполнена с пониженным тяжением, которое обеспечивает некасание кабеля земли и других предметов и может создаваться вручную. Высота подвеса роликов к телу опоры выбирается такой, чтобы при необходимости был обеспечен достаточный габарит кабеля над поверхностью земли для прохода людей и техники. Проложенный временный кабель на время восстановительных работ на ВЛ остается в роликах и не перекладывается в зажимы.

8.3.5.7 У концевых роликов устанавливаются временные натяжные монтажные зажимы.

8.3.5.8 Если по каким-либо причинам для подвеса временного кабеля не может быть использована опора ВЛ (например, деформация опоры, требующая ее замены), то на этом участке кабель следует прокладывать по земле, по опорам расположенных вблизи воздушных линий связи, радиофикации, деревьям и кустам. При переходе через дороги кабели временных вставок следует прокладывать в резервных каналах. При отсутствии резервного канала необходимо устраивать воздушные переходы. Для этих целей могут применяться временно устанавливаемые деревянные или железобетонные стойки.

8.3.5.9 При необходимости восстановления контура плавки могут быть проведены следующие мероприятия:

1) восстановление натяжных и поддерживающих креплений ОКГТ с использованием арматуры из аварийного резерва;

2) устранение обрыва ОКГТ при помощи соединения оборванного ОКГТ путем установки соединительного зажима, предусмотренного проектом в аварийном запасе;

3) вставка дополнительного отрезка ОКГТ или АС-провода, соединяющего при помощи соединительных зажимов концы оборванного ОКГТ. Получившаяся избыточная длина ОКГТ со вставкой должна размещаться на быстровозводимых и демонтируемых временных опорах аварийного резерва или опорных изоляторах, например, типа ШОП на соответствующее напряжение плавки, установленных на землю на специальных подставках. Восстановление связи выполняется за счет диэлектрического ОК, предусмотренного в проекте ВОЛС-ВЛ для временной вставки, после окончания плавки на ОКГТ.

8.3.5.10 Аварийно-восстановительные работы на ВОЛС-ВЛ с плавкой гололеда проводятся с учетом дополнительных требований, указанных в 8.3.5.11 – 8.3.5.14 настоящих Правил.

8.3.5.11 Для обеспечения возможности проведения плавки гололеда, изоляция ОКГТ должна быть восстановлена в полном объеме. Подвес нового ОКГТ взамен поврежденного без изоляторов недопустим.

8.3.5.12 При замене поврежденного ОКГТ должна быть проведена проверка целостности изоляторов в поддерживающих и натяжных креплениях. В случае повреждения изоляторы должны быть заменены.

8.3.5.13 При установке дополнительных муфт, последние, как и спуски ОКГТ к ним, должны быть в обязательном порядке изолированы от тела опоры. Класс изоляции должен соответствовать проектной документации на ВОЛС-ВЛ.

8.3.5.14 В период вероятных гололедно-изморозевых отложений, проведение работ по восстановлению ВОЛС-ВЛ по временной схеме с

применением вставки из диэлектрического ОК допускается только в случае целостности контура плавки.

### **8.3.6 Оформление отчетной документации**

8.3.6.1 После окончания ремонта ОК оформляется Акт об устранении повреждения.

Акт должен содержать:

- 1) описание характера повреждения;
- 2) анализ причин повреждения;
- 3) описание технологии устранения повреждения.

На основании Акта вносятся коррективы в Паспорт ВЛ:

- 1) тип кабеля вставки и его основные технические данные;
- 2) длина вставки;
- 3) тип и технические характеристики дополнительных муфт;
- 4) номера опор, на которых расположены дополнительные муфты;
- 5) при необходимости внести изменения в схему ВОЛС на ВЛ;
- 6) указать новые данные по затуханию оптических волокон на участке кабеля.

### **8.3.7 Аварийный запас**

8.3.7.1 Важным условием устранения в кратчайшие сроки повреждений и аварий является наличие необходимого резервного запаса материалов и оборудования для своевременной, оперативной организации аварийно-восстановительных работ.

8.3.7.2 Аварийный запас материалов и оборудования предназначается для материально-технического обеспечения аварийно-ремонтных служб, бригад, проводящих аварийно-восстановительные и другие неотложные работы для устранения неисправностей и аварий, связанных с восстановлением разрушенных элементов ВОЛС-ВЛ.

8.3.7.3 Аварийный запас рассчитывается на ВОЛС-ВЛ, проектируемую в рамках конкретного договора.

8.3.7.4 В перечень аварийного запаса должны входить:

- 1) максимальная строительная длина для каждого типа ОК;
- 2) арматура подвески (натяжные, поддерживающие зажимы и др.) для монтажа одной максимальной строительной длины для каждого типа ОК;

- 3) временная оптическая кабельная вставка (ОКСН) максимальной строительной длины;
- 4) натяжные зажимы для монтажа временной оптической кабельной вставки;
- 5) количество соединительных муфт для аварийного запаса может быть указано в задании на проектирование и должно составлять не менее двух на весь аварийный запас;
- 6) комплекты для ввода ОК в муфту, соответствующие всем типам кабеля задействованного при строительстве ВОЛС, не менее 4-х каждого типа;
- 7) дополнительные кассеты, применяемые в данном типе муфт, в количестве не менее чем максимальное количество в муфте на ВОЛС;
- 8) КЗДС (комплект для защиты сварных стыков), применяемые в данном типе муфт, в количестве, не менее чем максимальное количество в муфте на ВОЛС.

Аварийный запас должен поставляться до завершения строительства ВОЛС-ВЛ. При этом максимальная строительная длина каждого ОК, арматура подвески (натяжные, поддерживающие зажимы и др.) для монтажа одной максимальной строительной длины для каждого типа ОК, соединительные муфты должны принадлежать к партии, поставляемой для строительства этой ВОЛС-ВЛ.

8.3.7.5 Состояние аварийного запаса в период эксплуатации ВОЛС-ВЛ регулярно проверяется ответственным руководителем работ и пополняется при его расходовании. Пополнение аварийного запаса материалов осуществляется владельцем ВОЛС-ВЛ по представлению эксплуатирующей организации. Организация складирования и хранения аварийного и эксплуатационного запаса аналогична организации складирования и хранения в период строительства.

8.3.7.6 Примерный перечень основного оборудования, приспособлений и инструмента для восстановительных работ на ОК, подвешенном на опорах ВЛ, приведен Таблице 8.3.2 настоящих Правил.

Таблица 8.3.2 Примерный перечень основного оборудования, приспособлений и инструмента для восстановительных работ на ОК, подвешенном на опорах ВЛ

Наименование изделия	Количество	Примечание
1	2	3
Переносная электростанция	2 шт.	Мощность 2 кВА
Рефлектометр оптический	2 шт.	

Продолжение Таблицы 8.3.2

Наименование изделия	Количество	Примечание
1	2	3
Сварочный аппарат	2 шт.	
Оптический тестер (комплект)	1 комплект	
Комплект оптических телефонов	1 комплект	
Инструмент для монтажа ОК с очистителем ОК	1 комплект	Состав инструментов зависит от типа используемой ВОКВ
Муфты с ремонтным комплектом	3 шт.	Для использования при организации постоянной вставки
Оптические шнуры «патчкорд»	4 шт.	Длина шнуров 20 м
Комплект для восстановления изоляции пластмассовой оболочки ОК	1 комплект	
Термоусаживаемые колпачки для ОК	20 шт.	
Фонарь электрический	2 шт.	
Стол для монтажа ОК	2 шт	
Измерительная катушка с ОВ	2 шт	
Инструмент для монтажа механических соединителей	1 комплект	
Механический соединитель	Количество соответствует удвоенному количеству ОВ в ОК, плюс 4 шт.	
Навигатор с возможностью записи маршрутов	2 шт.	
Измерительные модули рефлектометра, которые должны соответствовать - длинам волн, типам волокна используемым в ВОЛС, общей измеряемой длине линии		
Переходные адаптеры к измерительным приборам для всех типов соединителей, используемых в ВОЛС	каждому прибору	

Окончание Таблицы 8.3.2

Наименование изделия	Количество	Примечание
1	2	3
Электронный микроскоп для соединений ОВ с набором для очистки и адаптерами для всех типов соединителей используемых в ВОЛС	2 шт.	Для очистки кроссов и входных соединений приборов
Палатка кабельщиков	2 шт.	Для работ в местах не доступных для ЛИОК (рельеф местности, городская застройка)
Прожектора светодиодные на штативе	2 шт.	Для уменьшения нагрузки на переносную электростанцию
Дополнительные топливные ёмкости	2 шт.	
Стулья для монтажа ОК	2 комплекта	
Источник видимого излучения	2 шт.	Для поиска изгибов и обрывов визуально
Универсальное крепление муфты к монтажному столу	2 шт.	
Универсальное крепление кабеля к монтажному столу	2 шт.	
Адаптер голого волокна	2 шт.	
Набор слесарного инструмента	2 шт.	Для разделки внешних покровов грозотроса
Лампа настольная светодиодная	2 шт.	Для обеспечения локального освещения при работах с ОВ
Переговорное устройство для обеспечения связи кунга и кабиной водителя	на каждый ЛИОК	
Переносное заземление ЛИОК	на каждый ЛИОК	

### **8.3.8 Техника безопасности при проведении аварийно-восстановительных работ**

8.3.8.1 При проведении аварийно-восстановительных работ должны соблюдаться требования техники безопасности, изложенные в главе 7.7 настоящих Правил.

### **8.4 Эксплуатация ВОЛС-ВЛ с плавкой гололеда на ОКГТ**

8.4.1 Эксплуатация ВОЛС-ВЛ с плавкой гололеда на ОКГТ должна проводиться с учетом общих требований, предъявляемых к эксплуатации ВОЛС-ВЛ без плавки гололеда (см. 8.1 настоящих Правил).

8.4.2 При эксплуатации ВОЛС-ВЛ с плавкой гололеда на ОКГТ выбор режима плавки, расчет тока плавки и проведение плавки гололеда должны выполняться согласно требованиям [64].

8.4.3 Для предотвращения возникновения сверхнормативных климатических нагрузок на ОКГТ необходимо проводить контроль гололедно-изморозевых отложений, а также проводить контроль направления и скорости ветра.

8.4.4 Решение о плавке гололеда должно приниматься с учетом скорости образования гололедно-изморозевых отложений и скорости ветра из условия недопущения сверхнормативных климатических нагрузок и обеспечения оптимального времени плавки. Как правило, толщина стенки гололеда на ОКГТ не должна превышать 20 мм.

8.4.5 На ВЛ, оборудованных специализированными устройствами сигнализирующими об образовании гололеда на ОКГТ, контроль гололедно-изморозевых отложений должен основываться на информации, получаемой от данных устройств.

8.4.6 На ВЛ не оборудованных специализированными устройствами сигнализирующими об образовании гололеда на ОКГТ для контроля гололедно-изморозевых отложений необходимо вести специальные наблюдения при атмосферных условиях, способствующих образованию гололеда.

8.4.7 С целью выявления нарушений в изоляционных креплениях ОКГТ и его спусков, неисправностей в установке плавки в преддверии зимнего периода необходимо провести пробный запуск установки плавки и тщательный осмотр ВОЛС-ВЛ. Все выявленные неисправности должны быть устранены до начала гололедного сезона.

8.4.8 В случае плавки гололеда на ОКГТ с применением ВУПГ при подготовке к зимнему периоду допускается осуществлять пробный запуск ВУПГ без предварительного осмотра ВОЛС-ВЛ на предмет наличия нарушений



в изоляционных креплениях ОКГТ и его спусках. Если нарушения будут иметь место, произойдет автоматическое отключение ВУПГ.

8.4.9 В случае плавки гололеда на ОКГТ переменным током пробный запуск установки плавки гололеда недопустим без проведения предварительного контроля состояния изоляционных креплений ОКГТ и его спусков.

## **9 Требования к системе мониторинга состояния ОВ**

### **9.1 Назначение и общие требования к системе**

9.1.1 Система мониторинга состояния ОВ (СМ ОВ) должна быть предназначена для удаленного и непрерывного автоматического контроля состояния ВОЛС и минимизации времени обнаружения неисправностей в ВОЛС.

9.1.2 СМ ОВ должна обеспечивать возможность проведения в круглосуточном режиме измерения следующих параметров ВОЛС:

- 1) полная длина линии;
- 2) полное затухание линии;
- 3) расстояние до мест соединения ОВ;
- 4) затухание в соединениях ОВ;
- 5) коэффициенты затухания участков строительной длины ОВ;
- 6) коэффициент отражения в местах механического соединения ОВ и на конце линии.

СМ ОВ в автоматическом режиме должна определять соответствие указанных параметров заданным значениям.

9.1.3 Если для данной ВОЛС на ВЛ предусмотрена плавка гололеда, то СМ ОВ должна осуществлять в режиме плавки измерение распределения температуры вдоль ОВ (далее по тексту такая система именуется как СРКТиМ ОВ).

### **9.2 Структура системы распределенного контроля температуры и мониторинга состояния ОВ**

9.2.1 СРКТиМ ОВ должна состоять из аппаратной части и программного обеспечения.

Оборудование СРКТиМ ОВ должно включать в себя:

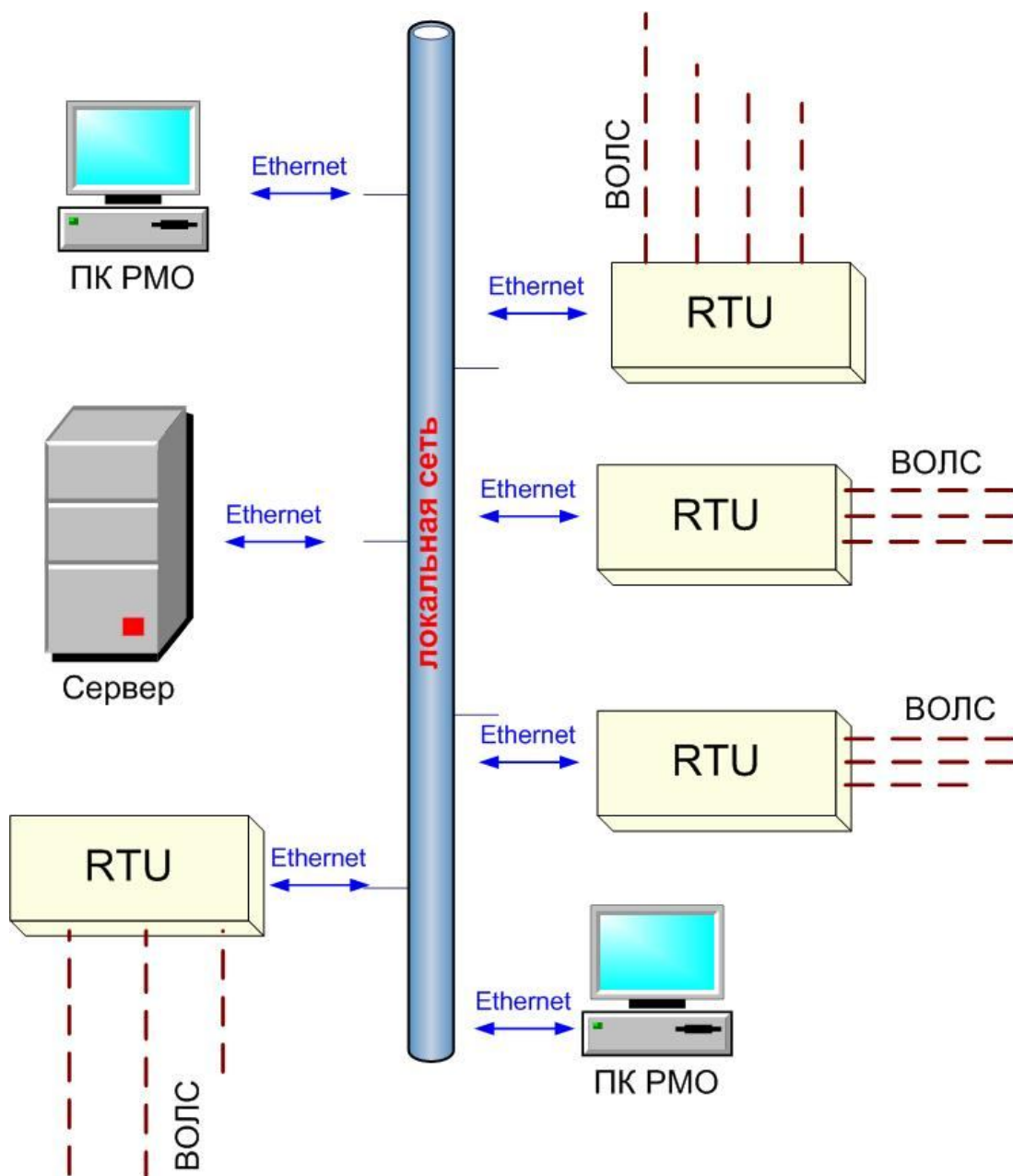
- 1) измерительные модули (в дальнейшем RTU - Remote Test Unit, модуль удаленного тестирования ОВ);
- 2) сервер СРКТиМ ОВ;

3) персональный компьютер рабочего места оператора (ПК РМО), один или несколько;

4) оборудование и каналы связи.

Кроме того, для организации мониторинга по занятому ОВ должны быть использованы пассивные оптические компоненты.

Структурная схема СРКТиМ ОВ приведена на рис. 9.2.1 настоящих Правил.



RTU – remote test unit – модуль удаленного тестирования ОВ  
ПК РМО - персональный компьютер рабочего места оператора

Рисунок 9.2.1 Структура СРКТиМ ОВ

9.2.2 Модули удаленного тестирования (RTU) должны быть предназначены для проведения измерения ВОЛС, анализа результатов измерения и передачи требуемых данных на сервер системы мониторинга. Общая структура RTU показана на рис. 9.2.2 настоящих Правил.

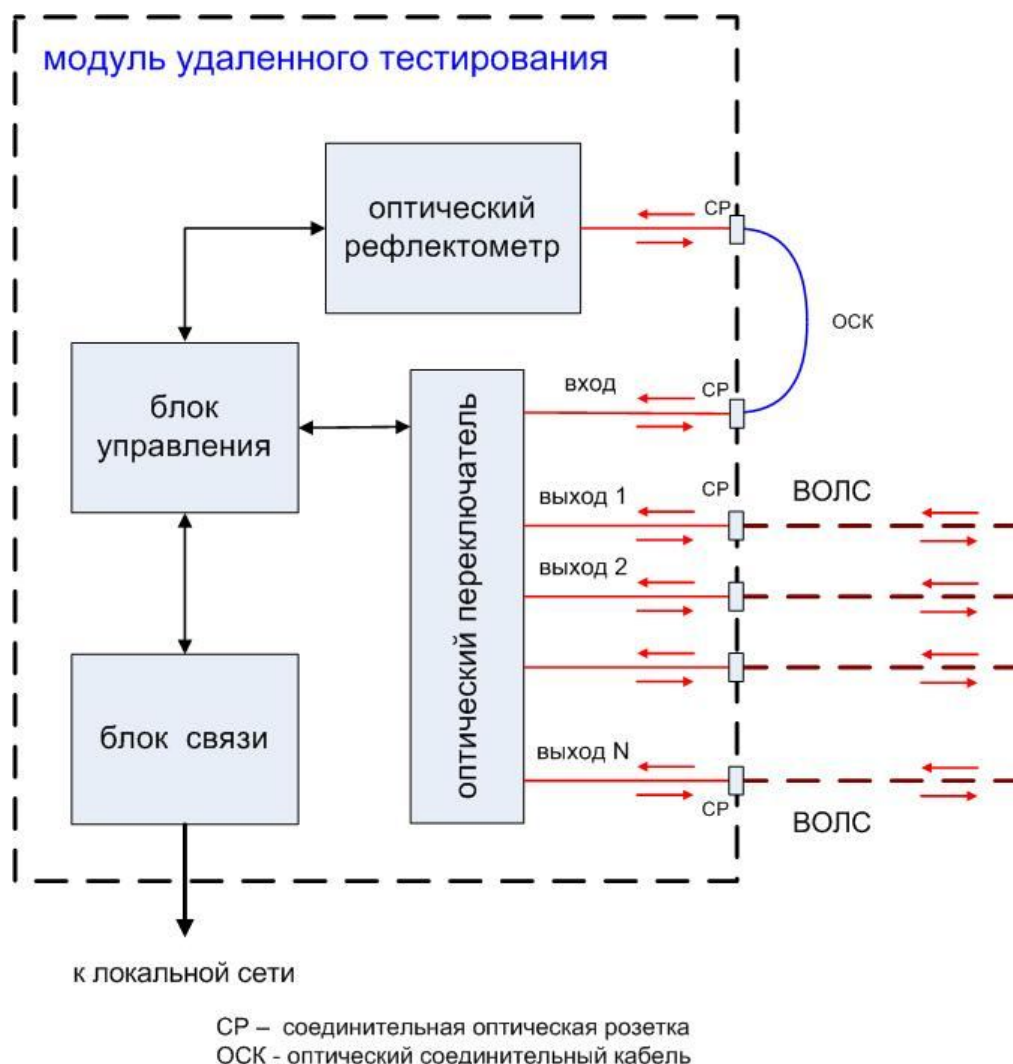


Рисунок 9.2.2 Общая структура модуля удаленного тестирования

9.2.3 Модуль удаленного тестирования должен быть выполнен в виде единого блока или иметь модульную структуру или состоять из отдельных конструктивно законченных блоков.

Если RTU должен контролировать только одно ОВ, то оптический переключатель может быть исключен из его состава.

9.2.4 Измерение параметров ОВ должно осуществляться **оптическим рефлектометром**.

Принцип работы оптического рефлектометра основан на измерении сигнала **обратного рэлеевского рассеяния** при прохождении по ОВ

оптического импульса и отраженных сигналов в линии. Анализ этих сигналов позволяет определять параметры, указанные в 9.1.2 настоящих Правил.

9.2.5 Если для ВОЛС на ВЛ предусмотрена плавка гололеда, т.е. RTU является частью СРКТиМ ОВ, то оптический рефлектометр кроме рэлеевского рассеяния должен измерять параметры сигналов **рамановского рассеяния**, что позволит определять распределение температуры вдоль ОВ.

9.2.6 Оптический рефлектометр, выполненный в виде самостоятельного прибора, должен содержать один или несколько лазерных диодов с различными длинами волн, на которых проводятся измерения и паспортизация ВОЛС.

Поскольку главная задача СРКТиМ ОВ – обнаружение неоднородностей и повреждений ОВ, то в большинстве случаев достаточно, чтобы оптический рефлектометр, входящий в состав RTU, имел одну рабочую длину волны.

9.2.6.1 Для мониторинга свободных ОВ должна использоваться длина волны 1550 нм, так как на этой длине волны ОВ имеет минимальное затухание (в среднем 0,190 дБ/км), т.е. измеряемая длина ОВ максимальна.

9.2.6.2 При мониторинге занятых ОВ рефлектометр должен работать на длине волны 1625 нм. Эта длина волны находится достаточно далеко от рабочих длин волн аппаратуры волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), что позволяет эффективно устранять влияние рефлектометра и ВОСП друг на друга с помощью пассивных оптических фильтров. С другой стороны, затухание ОВ еще не очень велико (0,200...0,220 дБ/км).

9.2.6.3 Если одним RTU предполагается тестирование и свободных и занятых ОВ, то рекомендуется использовать рефлектометр с длиной волны 1625 нм. При этом свободные ОВ должны подключаются к RTU напрямую, а занятые – через пассивные мультиплексоры и фильтры (см. п. 9.2.12 настоящих Правил). Аналогично, если на момент установки системы мониторинга есть свободные ОВ, но через некоторое время они могут быть заняты, то также следует использовать рефлектометр с длиной волны 1625 нм. Впоследствии для мониторинга занятых ОВ система мониторинга может быть оснащена мультиплексорами и фильтрами без модернизации самого RTU.

9.2.7 В случае, когда ВОСП работает в L-диапазоне DWDM (максимальная длина волны 1610 нм) или если в ней для технологической связи или других целей используется длина волны 1625 нм, то длина волны рефлектометра RTU должна быть 1650 нм или, наоборот, меньше 1500 нм. Данная ситуация требует отдельного рассмотрения при проектировании СРКТиМ ОВ.

9.2.8 Если оптический рефлектометр модуля удаленного тестирования должен выполнять измерение температуры ОВ, то он может содержать несколько лазерных диодов, длины волн которых обеспечивают проведение таких измерений.

9.2.9 Для обеспечения возможности контролировать одним рефлектометром нескольких ОВ RTU должен содержать оптический переключатель, к выходам которого подключаются ОВ. Измерения ОВ проводятся последовательно.

9.2.10 Количество портов оптического переключателя должно определяться при подготовке проекта по организации СРКТиМ ОВ и зависит от количества измеряемых ОВ и конфигурации ВОЛС. При необходимости контроля большого количества ОВ и нехватке портов в одном оптическом переключателе должен создаваться набор из нескольких блоков оптических переключателей.

9.2.11 Для управления всеми частями RTU, (временного) хранения результатов измерения, выполнения самодиагностики RTU должен применяться **блок управления**.

9.2.12 Взаимодействие RTU с другими компонентами СМ (СРКТиМ) ОВ должно обеспечиваться **блоком связи**.

9.2.13 При мониторинге занятых ОВ длина волны рефлектометра RTU должна отличаться от длины волны аппаратуры ВОСП так, чтобы существующие пассивные оптические компоненты (мультиплексоры и фильтры) позволяли эффективно объединять и разделять их сигналы.

На рис. 9.2.3 настоящих Правил показана схема объединения сигналов ВОСП и RTU в одно ОВ. Оптический мультиплексор объединяет сигналы с различными длинами волн для ввода их в ОВ и/или разделяет их для подачи в RTU (сигнал обратного рассеяния) и в аппаратуру ВОСП.

Фильтр 1625 нм должен быть исключен из этой схемы, если он уже встроен в RTU – см. рис. 9.2.4 настоящих Правил.

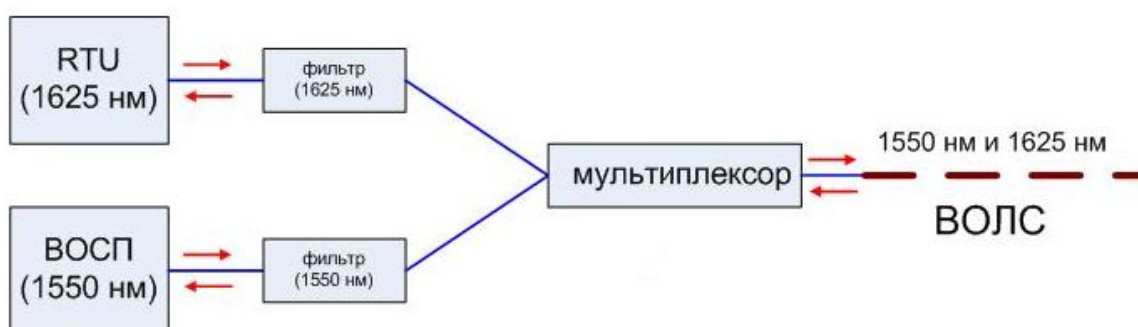


Рисунок 9.2.3 Схема объединения сигналов ВОСП и RTU

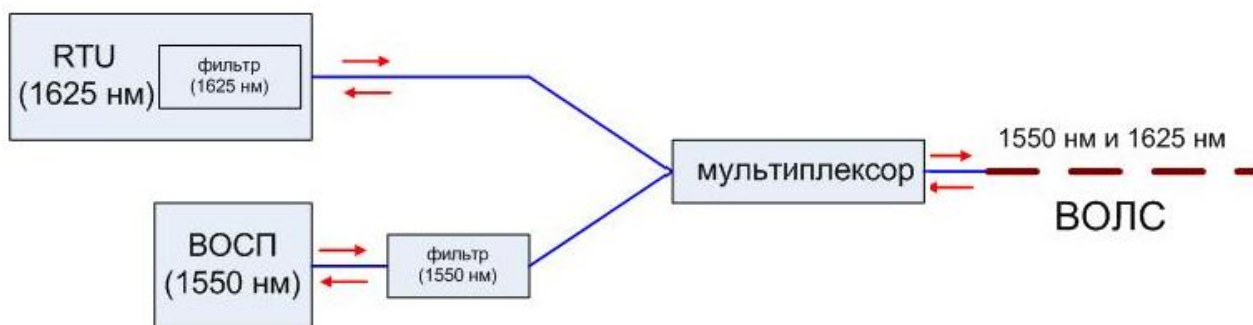


Рисунок 9.2.4 Схема объединения сигналов ВОСП и RTU с встроенным фильтром

На рис. 9.2.5 настоящих Правил показано включение оконечного фильтра, который препятствует попаданию сигнала RTU в аппаратуру ВОСП.

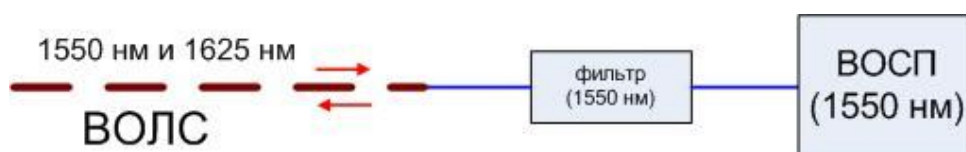


Рисунок 9.2.5 Схема включения оконечного фильтра

На рис. 9.2.6 настоящих Правил показано включение мультиплексов и фильтров для организации проключения измерительного сигнала RTU во вторую ВОЛС и обхода оборудования связи.

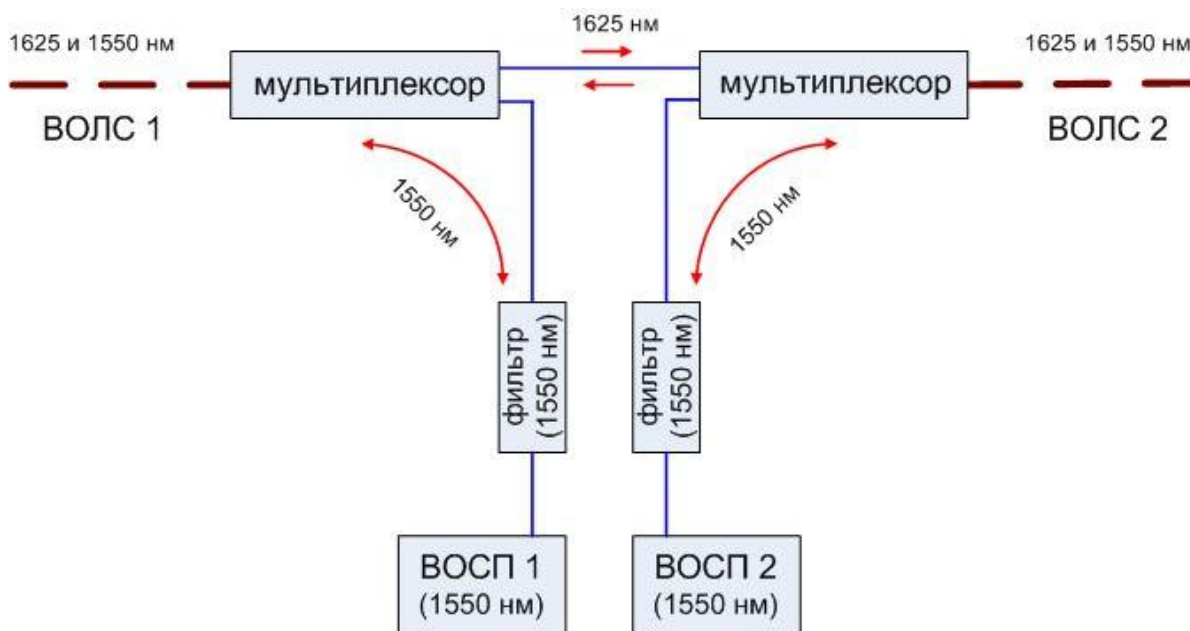


Рисунок 9.2.6 Схема организации проключения измерительного сигнала RTU

На рис. 9.2.3 – 9.2.6 настоящих Правил названия "фильтр (1550 нм)" и "фильтр (1625 нм)" означают, что фильтр пропускает с малыми потерями излучение с длиной волны, указанной в скобках. При этом он существенно ослабляет излучение с другой длиной волны.

9.2.14 Для хранения результатов измерений, создания общей базы данных и управления СМ (СРКТиМ) ОВ с помощью соответствующего ПО система должна включать в себя **сервер**.

9.2.15 Для непосредственного управления системой должен использоваться **персональный компьютер рабочего места оператора (ПК РМО)** СМ с установленной на нем клиентской частью ПО системы.

В зависимости от структуры сети ВОЛС и требований, предъявляемых к процессу контроля за ее состоянием, СМ (СРКТиМ) ОВ должна обеспечивать возможность создания нескольких рабочих места оператора с заданными правами.

9.2.16 Взаимосвязь всех компонентов СМ (СРКТиМ) ОВ должна обеспечиваться с помощью **каналов и оборудования служебной связи**.

### 9.3 Требования к оборудованию СМ ОВ

В настоящем разделе описываются требования к оборудованию системы мониторинга, не предназначенной для контроля температуры ОВ.

9.3.1 Требования к техническим характеристикам модуля удаленного тестирования (RTU) представлены в Таблице 9.3.1.

Таблица 9.3.1 Требования к техническим характеристикам RTU

№ п.п.	Требования к оптическому рефлектометру	
1	Тип оптического волокна	одномодовый
2	Длина волны при контроле свободных ОВ	1550 нм
3	Длина волны при контроле занятых ОВ	1625 нм
4	Наличие встроенного оптического фильтра на длину волны 1625 нм при контроле занятых ОВ	да
5	Длительность оптических импульсов, нс минимальная максимальная	$\leq 10$ 20000
6	Минимальная дискретность отсчетов, м, не более	0,16
7	Максимальная дискретность отсчетов, м, не более	15
8	Погрешность измерения расстояния, м, не более	$\pm (0,5 + \text{дискретность отсчетов} + 3 \cdot 10^{-5} \cdot L)$ L – измеряемое расстояние, м
9	Диапазон установки показателя преломления	от 1.30000 до 1.70000 с шагом 0.00001

Окончание Таблицы 9.3.1

10	Динамический диапазон	см. 3.1.2, но не менее 35 дБ при максимальной длительности импульса
11	Погрешность измерения затухания, дБ, не более	$\pm (0,04 \cdot \alpha + 0,05)$ $\alpha$ – измеряемое затухание, дБ
12	Дискретность отображения затухания, дБ	0,001
13	Мертвая зона по отражению, м, не более	3
14	Мертвая зона по затуханию, м, не более	13
15	Единицы измерения расстояний	м, км
<b>Требования к оптическому переключателю</b>		
16	Вносимые потери (с учетом разъемов), дБ, не более	2
17	Частота переключения, Гц, не менее	10
18	Количество циклов срабатывания, не менее	$10^7$
<b>Общие требования</b>		
19	Объем внутренней памяти для хранения рефлектограмм, ГБ, не менее	2
20	Интерфейс	Ethernet, USB
21	Тип оптического разъема	со скошенным торцом (например, типа SC/APC или FC/APC)
22	Напряжение питания (постоянное), В	от 36 до 72
23	Потребляемая мощность, Вт, не более	100
24	Наличие резервного порта питания	да
25	Сетевой блок питания (~230В/=48В)	при необходимости
26	Исполнение	для монтажа в шкаф или стойку 19"
27	Место эксплуатации	закрытое отапливаемое помещение
28	Температура воздуха в помещении, °С:	от 0 до 40
29	Относительная влажность, %, не более	90 при 25 °С

9.3.2 Требования к определению динамического диапазона оптического рефлектометра и измеряемой длины ВОЛС.



9.3.2.1 Динамический диапазон оптического рефлектометра – это разность в дБ между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к рефлектометру конца измеряемого ОВ, и уровнем шума, при котором отношение сигнала к шуму равно 1 (ОСШ = 1) – см. рис. 9.3.1 настоящих Правил.

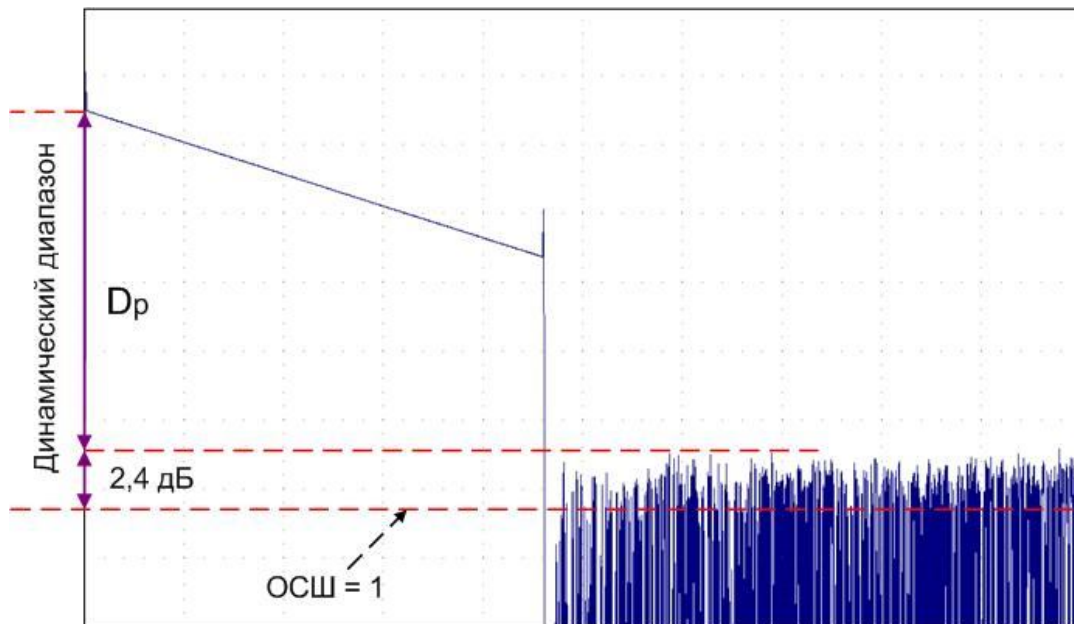


Рисунок 9.3.1 - Динамический диапазон оптического рефлектометра

9.3.2.2 Поскольку вертикальная шкала рефлектометра логарифмическая, то непосредственно определить уровень, при котором ОСШ = 1, невозможно. Поэтому динамический диапазон рефлектометра по рефлектограмме должен рассчитываться по формуле:

$$D = D_p + 2.4, \quad (9.3.1)$$

где  $D$  – значение динамического диапазона при ОСШ = 1, дБ;

$D_p$  – разность между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к рефлектометру конца измеряемого ОВ и максимальным (пиковым) уровнем шума, дБ.

9.3.2.3 Уровень сигнала рефлектометра увеличивается при увеличении длительности импульса, а уровень шума уменьшается при увеличении времени измерения. Поэтому в спецификациях рефлектометров значение динамического диапазона обычно указывается при максимальной длительности импульса и времени измерения 3 минуты.

Из рис. 9.3.1 настоящих Правил видно, что затухание в линии должно быть меньше, чем его динамический диапазон, потому что выполнить какие-либо измерения параметров ОВ на уровне, при котором ОСШ = 1, невозможно.

9.3.2.4 Обычно считается, что для точного измерения линии в ручном режиме, когда оператор анализирует результат, полное затухание в линии должно быть примерно на 5 дБ меньше значения динамического диапазона.

При мониторинге ОВ, когда результат измерения автоматически обрабатывается программой RTU полное затухание в линии должно быть на 10 дБ меньше значения динамического диапазона.

9.3.2.5 Требуемое значение динамического диапазона рефлектометра RTU при мониторинге **свободных ОВ** должно определяться по формуле 9.3.2 настоящих Правил:

$$D = L_{max} \cdot \alpha_{cp} + B + \alpha_{ОПК}, \quad (9.3.2)$$

где  $D$  – динамический диапазон рефлектометра, дБ;

$L_{max}$  – максимальная длина ОВ данной ВОЛС, км;

$\alpha_{cp}$  – среднее затухание ВОЛС, дБ/км;

$B = 10$  дБ – допускаемая разность между динамическим диапазоном рефлектометра и полным затуханием ВОЛС;

$\alpha_{ОПК}$  – затухание в канале оптического переключателя с учетом затухания в разъемах (см. Таблицу 9.3.1), дБ.

9.3.2.6 При мониторинге **занятых ОВ** шум рефлектометра увеличивается из-за того, что на него попадает мешающее излучение – рамановское рассеяние сигнала аппаратуры ВОСП. Так как ВОСП работает в диапазоне длин волн 1550 нм, то его стоксова компонента попадает в полосу пропускания фильтра 1625 нм (см. рис. 9.2.3 настоящих Правил), и не ослабляется им. Увеличение шума приводит к уменьшению динамического диапазона рефлектометра.

Кроме того, мультиплексор и фильтр вносят дополнительные потери в сигнал рефлектометра.

Поэтому требуемое значение динамического диапазона рефлектометра RTU при мониторинге **занятых ОВ** должно определяться по формуле 9.3.3 настоящих Правил:

$$D = L_{max} \cdot \alpha_{cp} + B + \alpha_{ОПК} + \Delta D + \alpha_{MUX}, \quad (9.3.3)$$

где  $\Delta D$  – увеличение уровня шума рефлектометра из-за рамановского рассеяния сигнала аппаратуры ВОСП, дБ;

$\alpha_{MUX}$  – потери в оптическом мультиплексоре (и фильтре, если он не встроен в RTU), дБ.

Остальные параметры в формуле 9.3.3 настоящих Правил такие же, как и в формуле 9.3.2 настоящих Правил.

9.3.2.7 Современные оптические рефлектометры, предназначенные для работы в составе RTU или встроенные в него, имеют, как правило, динамический диапазон на длине волны 1550 нм 35...37 дБ, 39...41 дБ или

43...45 дБ. Динамический диапазон на длине волны 1625 нм на 1...2 дБ меньше.

Из формул 9.3.2 и 9.3.3 настоящих Правил следуют выражения для максимальной измеряемой длины ВОЛС:

а) при мониторинге свободных ОВ

$$L_{max} = (D - B - \alpha_{ОПК}) / \alpha_{ср} , \quad (9.3.4)$$

б) при мониторинге занятых ОВ

$$L_{max} = (D - B - \alpha_{ОПК} - \Delta D - \alpha_{МУХ}) / \alpha_{ср} , \quad (9.3.5)$$

Если длина ВОЛС превышает (хотя бы на 10...15 км) значения, получаемые из формул 9.3.4 и 9.3.5 настоящих Правил с учетом указанных в этом пункте значений динамического диапазона рефлектометра, то организовывать мониторинг данной ВОЛС следует с двух сторон по разным ОВ.

9.3.3 Требования к пассивным компонентам для организации мониторинга по занятым ОВ указаны в Таблице 9.3.2 настоящих Правил.

Таблица 9.3.2 Требования к пассивным компонентам

1	Диапазон длин волн для пропускания сигналов ВОСП, нм	от 1310 до 1570
2	Длина волны для пропускания сигналов RTU, нм	1625 ± 20
3	Затухание для длин волн пропускания, дБ, не более	1,5
4	Затухание для длин волн мешающего сигнала, дБ, не менее	40
5	Конструктивное исполнение	- блок для монтажа в шкаф или стойку 19"; - волоконно-оптический компонент, монтируемый в кроссовую коробку, сплайс-кассету и т. п.
6	Тип оптического разъема (при блочном исполнении)	со скошенным торцом (например, типа SC/APC или FC/APC)
7	Условия эксплуатации:  температура, °С относительная влажность, %, не более	от -10 до +50 90 при 25 °С

9.3.4 Требования к серверу системы мониторинга ОВ указаны в Таблице 9.3.3 настоящих Правил.

Таблица 9.3.3 Требования к серверу системы мониторинга

1	Операционная система	Windows Server 2008 или Windows NT
2	Процессор	Intel Quad-Core Xenon 3.1 ГГц или лучше
3	Дисковая система	2 x 1000 ГБ HDD SATA2 соединенных в массив RAID1
4	Оперативная память	4 ГБ DDR3
5	Сетевой интерфейс	10/100/1000 Мбит/с
6	Интерфейсы	LAN, COM, USB, VGA, DVI, PS/2
7	Питание	Сеть ~230 В, 50 Гц
8	Исполнение	для монтажа в шкаф или стойку 19";
9	Условия эксплуатации: температура, °С относительная влажность, %, не более	от 0 до 40 80 при 25 °С

9.3.5 Требования к персональному компьютеру рабочего места оператора (ПК РМО) указаны в Таблице 9.3.4 настоящих Правил.

Таблица 9.3.4 Требования к ПК РМО

1	Операционная система	Windows XP и выше
2	Процессор	не менее 2 ГГц и 2-х ядер
3	Дисковая система	не менее 90 ГБ
4	Оперативная память	2 ГБ DDR3
5	Сетевой интерфейс	10/100 Мбит/с
6	Видеоадаптер	не хуже 2560x1600 256 бит 256 МБ
7	Дисковод	DVD-ROM
8	Монитор	19", TFT, не хуже 1440x800
9	Интерфейсы	LAN, COM, USB, VGA, DVI, PS/2
10	Питание	Сеть ~230 В, 50 Гц
11	Условия эксплуатации: температура, °С относительная влажность, %	от 5 до 40 80 при 25 °С

### 9.3.6 Требования к организации связи

9.3.6.1 Связь между компонентами СМ ОВ должна осуществляться по существующей IP-сети.

9.3.6.2 Скорость передачи по каналу связи должна быть не менее 256 Кбит/с.

## 9.4 Требования к оборудованию СРКТиМ ОВ

В настоящем разделе описываются требования к оборудованию системы мониторинга, которая предназначена так же и для контроля температуры ОВ.

9.4.1 СРКТиМ ОВ состоит из тех же основных частей, что и СМ поэтому ее структура должна соответствовать приведенной на рис. 9.2.1 настоящих Правил.

9.4.2 Модуль удаленного тестирования СРКТиМ ОВ кроме функций обычного оптического рефлектометра должен проводить также и измерение температуры ОВ. Далее по тексту для обозначения данного модуля используется обозначение RTU-DTS.

Общая структура RTU-DTS показана на рис. 9.4.1 настоящих Правил.

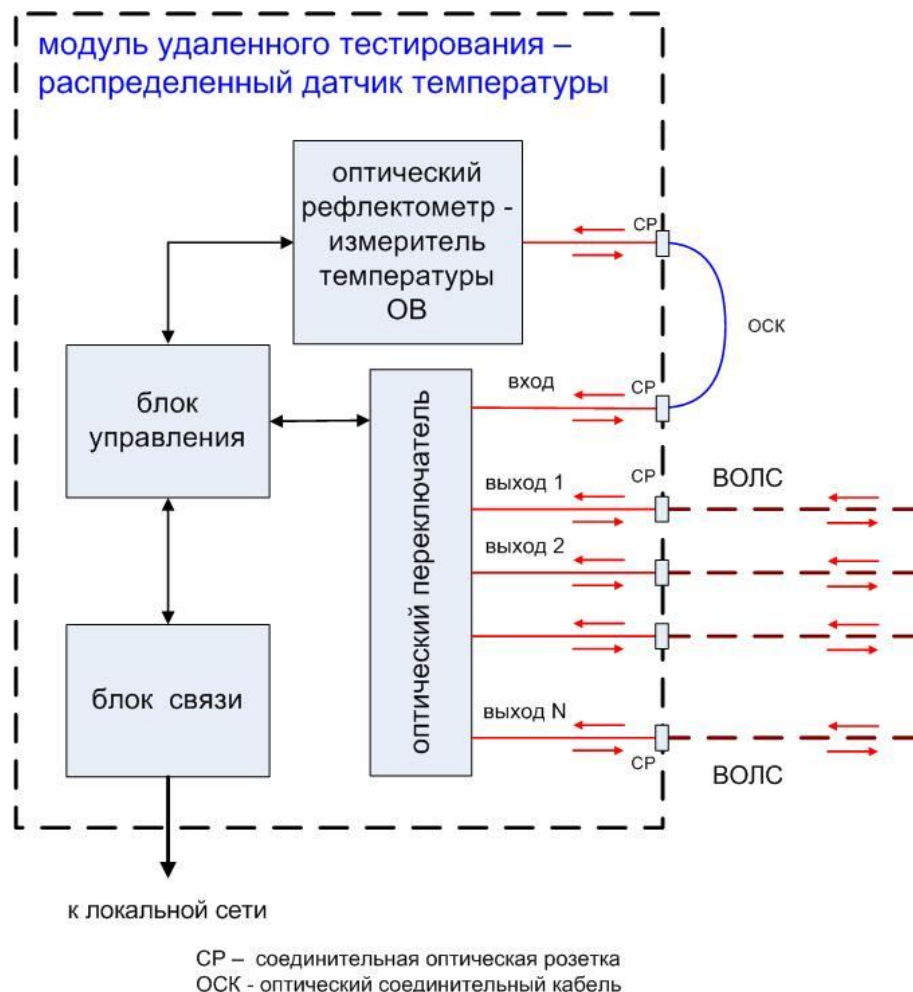


Рисунок 9.4.1 - Общая структура RTU-DTS

9.4.3 В режиме измерителя температуры ОВ RTU-DTS должен обеспечивать следующие технические характеристики:

9.4.3.1 Тип оптического волокна – одномодовый.

9.4.3.2 Диапазон измеряемых температур должен быть от минус 40 °С до плюс 100 °С.

9.4.3.3 Погрешность измерения температуры должна соответствовать Таблице 9.4.1 настоящих Правил.

Таблица 9.4.1 Погрешность измерения температуры

Максимальное расстояние при измерении температуры, км	Время измерения, мин	Разрешающая способность по расстоянию, м	Погрешность измерения температуры, °С
5	1	30	2
20	3	50	3
50	5	100	5
90	10	1000	10

9.4.4 В режиме **оптического рефлектометра** RTU-DTS должен обеспечивать технические характеристики, указанные в Таблице 9.4.2 настоящих Правил.

Таблица 9.4.2 Требования к RTU-DTS в режиме оптического рефлектометра

№ п.п.	Требования к оптическому рефлектометру – измерителю температуры	
1	Тип оптического волокна	одномодовый
2	Длительность оптических импульсов, нс минимальная максимальная	≤ 10 20000
3	Минимальная дискретность отсчетов, м, не более	0,16
4	Максимальная дискретность отсчетов, м, не более	15
5	Погрешность измерения расстояния, м, не более	$\pm (0,5 + \text{дискретность отсчетов} + 3 \cdot 10^{-5} \cdot L)$ L – измеряемое расстояние, м
6	Диапазон установки показателя преломления	от 1.30000 до 1.70000 с шагом 0.00001
7	Динамический диапазон, дБ, не менее	35
8	Погрешность измерения затухания, дБ, не более	$\pm (0,04 \cdot \alpha + 0,05)$ $\alpha$ – измеряемое затухание, дБ

Окончание Таблицы 9.4.2

№ п.п.	Требования к оптическому рефлектометру – измерителю температуры	
9	Дискретность отображения затухания, дБ	0,001
10	Мертвая зона по отражению, м, не более	3
11	Мертвая зона по затуханию, м, не более	13
12	Единицы измерения расстояний	м, км

9.4.5 Технические требования к остальным блокам RTU-DTS указаны в пунктах 16 - 29 Таблицы 9.3.1 настоящих Правил.

9.4.6 Измерение температуры ОВ с помощью анализа рамановского рассеяния должно выполняться **только по свободному ОВ**, так как при этом используются сигналы с различными длинами волн. Выход оптического рефлектометра (оптического переключателя) должен подключаться к ВОЛС напрямую, без промежуточных мультиплексоров и фильтров.

В связи с этим для контроля температуры ВОЛС должно выделяться одно свободное ОВ.

9.4.7 Если длина ВОЛС превышает максимальное расстояние 90 км (см. Таблицу 9.4.1 настоящих Правил), то контроль должен осуществляться с двух сторон по двум разным ОВ или по одному ОВ, если в нем сделан разрыв.

9.4.8 Технические требования к серверу, ПК РМО и каналам связи СРКТиМ ОВ такие же, как указаны в 9.3.4 – 9.3.6 настоящих Правил.

## 9.5 Требования к программному обеспечению СМ (СРКТиМ) ОВ

9.5.1 Программное обеспечение СМ (СРКТиМ) ОВ должно состоять из следующих компонентов:

9.5.1.1 ПО, устанавливаемое на сервер; оно, как правило, включает в себя базу данных, позволяющую архивировать получаемые результаты измерений и проводить их обработку, и программный модуль, обеспечивающий централизованное управление СМ (СРКТиМ) ОВ.

9.5.1.2 ПО модулей удаленного тестирования, которое должно позволять:

- 1) проводить измерения в автоматическом и ручном режимах;
- 2) управлять модулем удаленно и при локальном подключении;
- 3) анализировать состояние измеряемых оптических волокон;
- 4) передавать результаты измерений на сервер.

9.5.1.3 ПО рабочего места оператора (клиентское ПО), которое должно предоставлять графический интерфейс для доступа, наблюдения и управления системой. Эта часть ПО СМ (СРКТиМ) ОВ также может включать в себя

подсистему отображения ВОЛС на картографической платформе или ГИС с возможностью отображения на карте и привязкой к координатам.

Кроме того, для взаимодействия с ГИС-приложением, содержащим информацию о трассах и компонентах ВОЛС, должен быть создан программный модуль, обеспечивающий обмен данными СМ (СРКТиМ) ОВ с ГИС-приложением, а также доработаны, при необходимости, серверная и клиентская части ПО.

9.5.2 При **проведении измерений** ПО должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- 1) измерение параметров ОВ в автоматическом круглосуточном режиме;
- 2) возможность задания расписания автоматического измерения ОВ и сохранения результатов измерения в базу данных;
- 3) возможность минимизации времени измерения для обнаружения критических повреждений ВОЛС (обрыв ОВ);
- 4) автономная работа измерительного модуля и сохранение измеренных данных на нем при прерывании связи с центром управления СМ (СРКТиМ) ОВ;
- 5) измерение свободных (по которым не передается информация) и занятых (по которым передается информация) ОВ;
- 6) измерение одним измерительным модулем нескольких ОВ;
- 7) измерение параметров ОВ в режиме ручного локального и/или удаленного управления;
- 8) измерение температуры ОВ, если для данной ВОЛС на ВЛ предусмотрена плавка гололеда.

9.5.3 При **проведении анализа** результатов измерений ПО СМ (СРКТиМ) ОВ должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- 1) сравнение параметров ОВ с заданными значениями;
- 2) сравнение изменения параметров ОВ с заданными пороговыми значениями;
- 3) задание базовой рефлектограммы ВОЛС и сравнение всех последующих (текущих) рефлектограмм с базовой по заданным порогам;
- 4) возможность задания нескольких уровней сравнения текущих рефлектограмм с базовой;
- 5) возможность задания как общих пороговых значений для всех компонентов ВОЛС (участки строительной длины; места соединения ОВ; отражения в линии), так и индивидуальных для отдельных компонентов;



- б) определение как минимум следующих событий в ВОЛС:
  - а) обрыв;
  - б) отсутствие волокна;
  - в) появление локальной ("точечной") неоднородности;
  - г) увеличение затухания локальной ("точечной") неоднородности;
  - д) появление локальной ("точечной") неоднородности с отражением;
  - е) изменение коэффициента отражения локальной ("точечной") неоднородности;
  - ж) увеличение общего затухания линии;
  - з) увеличение коэффициентов затухания участков.

Если для данной ВОЛС на ВЛ предусмотрена плавка гололеда, то при анализе результатов измерения распределения температуры ОВ должно выполняться сравнение с заданными пороговыми значениями температуры.

9.5.4 ПО СМ (СРКТиМ) ОВ должно обеспечивать выполнение следующих функций **оповещения** о результатах мониторинга ОВ:

- 1) предоставление информации о текущем состоянии процесса мониторинга – состоянии ВОЛС и измерительных модулей;
- 2) сигнализация оператору при обнаружении повреждения на ВОЛС;
- 3) сигнализация оператору при восстановлении нормального состояния ВОЛС;
- 4) сигнализация оператору о нарушении связи между измерительным модулем и центром управления (сервером) СМ (СРКТиМ) ОВ;
- 5) сигнализация оператору о превышении пороговых значений температуры ОВ в режиме контроля температуры ВОЛС на ВЛ при проведении плавки гололеда.

- б) возможность установления следующих видов сигнализации:
  - а) визуальная;
  - б) звуковая;
  - в) отсылка уведомлений электронной почтой или sms;

9.5.5 ПО СМ (СРКТиМ) ОВ должно обеспечивать следующие функции **отображения и хранения данных** о мониторинге ОВ:

- 1) вывод, как минимум, следующей информации о повреждении ВОЛС:
  - а) название RTU, который зафиксировал повреждение;
  - б) название ВОЛС;

- в) время повреждения;
  - г) номер и тип поврежденного ОВ;
  - д) расстояние от начала ВОЛС до места повреждения;
  - е) номера, наименование и/или координаты опор, муфт или других узловых точек ВОЛС, на участке между которыми произошло повреждение.
- 2) отображение на экране ПК рабочего места оператора системы участка повреждения ВОЛС;
  - 3) сохранение результатов измерения (рефлектограмм) в соответствии с заданными правилами;
  - 4) сохранение статистики состояния системы и статистики измерений по ВОЛС;
  - 5) просмотр сохраненных рефлектограмм;
  - 6) формирование отчетов о состоянии ВОЛС.

Если для данной ВОЛС на ВЛ предусмотрена плавка гололеда, то ПО должно также обеспечивать:

- 1) сохранение результатов измерения распределения температуры ОВ и/или характерных параметров этого распределения (значение максимальной температуры, расстояние до точки максимальной температуры и т.д. – см. [64]);
- 2) просмотр сохраненных графиков распределения температуры ОВ;
- 3) формирование отчетов об изменении температуры ОВ в процессе плавки гололеда.

## **9.6 Требования к графическому представлению ВОЛС и взаимодействию с ГИС-приложением**

9.6.1 Программное обеспечение СМ (СРКТиМ) ОВ должно обеспечивать возможность графического представления контролируемой ВОЛС на ПК РМО (клиентская часть ПО):

- 1) отображение в виде схематического графа трасс, содержащего основные узловые точки ВОЛС и семантическую (текстовую) информацию о них;
- 2) отображение на карте с привязкой к оси трассы ВОЛС и координатам мест расположения RTU, опор, муфт и других необходимых ориентиров местности;
- 3) отображение на карте с привязкой к данным модели трассы ВОЛС для просмотра в ГИС-приложениях.

9.6.2 Варианты 1) и 2), указанные в 9.6.1 настоящих Правил, предполагают, что информация о состоянии ВОЛС и самой СМ (СРКТиМ) ОВ

отображается только на ПК операторов системы, и сообщения об определенных событиях рассылаются по заданным адресам электронной почтой или sms.

Участок ВОЛС, на котором произошло повреждение, должен быть выделен на графе трассы (карте). Конечными точками этого участка являются **ближайшие** к месту повреждения заданные узловые точки ВОЛС.

9.6.3 Для организации взаимодействия СМ (СРКТиМ) ОВ с ГИС-приложением трассы ВОЛС должен быть создан программный модуль обмена данными между ними.

9.6.4 Минимальный набор данных ГИС, переданный в СМ (СРКТиМ) ОВ, должен включать в себя:

- 1) название ВОЛС;
- 2) номера, наименование и координаты опор;
- 3) номера, наименование и координаты муфт;
- 4) наименование и тип ОК, в котором находится ОВ, контролируемое системой мониторинга;
- 5) номера и тип ОВ, контролируемых СМ (СРКТиМ) ОВ.

9.6.5 Минимальный набор данных, переданный СМ (СРКТиМ) ОВ в ГИС-приложение при повреждении ОВ должен включать в себя:

- 1) название RTU, который зафиксировал повреждение;
- 2) название ВОЛС, на которой произошло повреждение;
- 3) время повреждения;
- 4) наименование и тип ОК, в котором произошло повреждение ОВ;
- 5) номер и тип поврежденного ОВ;
- 6) расстояние от начала ВОЛС до места повреждения;
- 7) номера, наименование и координаты опор, на участке между которыми произошло повреждение;
- 8) номер, наименование и координаты муфты (или опоры), в (на) которой произошло повреждение, если место его локализации определено именно так.

9.6.6 После устранения повреждения СМ (СРКТиМ) ОВ должна передать в ГИС-приложение следующие данные:

- 1) название RTU, который контролирует восстановленное ОВ;
- 2) название восстановленной ВОЛС;
- 3) наименование и тип ОК, в котором устранено повреждение ОВ;
- 4) номер и тип восстановленного ОВ;

5) время первого измерения в режиме мониторинга, когда было зафиксировано нормальное состояние ВОЛС после ремонта.

9.6.7 При нарушении связи между RTU и сервером СМ (СРКТиМ) ОВ в ГИС-приложение должны передаваться следующие данные:

- 1) название RTU;
- 2) время пропадания связи с сервером;
- 3) время восстановления связи с сервером.

## **9.7 Требования к подсистеме управления пользователями**

9.7.1 ПО СМ (СРКТиМ) ОВ должно:

- 1) обеспечивать санкционируемый посредством процесса аутентификации доступ пользователей в систему;
- 2) предусматривать возможность создания несколько групп пользователей, отличающихся правами на допустимые операции;
- 3) поддерживать разделяемые зоны ответственности пользователей;
- 4) поддерживать многопользовательский режим работы нескольких пользователей одновременно.

## **9.8 Требования к взаимодействию СРКТиМ ОВ с установкой плавки гололеда**

9.8.1 Взаимодействие между СРКТиМ ОВ и установкой плавки гололеда (ВУПГ) должно осуществляться либо через АСУ ТП подстанции, с которой производится управление всем процессом плавки гололеда, либо через ПК оператора ВУПГ, как показано на рис. 9.8.1 настоящих Правил (см. также [64]).

9.8.2 Поскольку режимы процесса плавки гололеда определяются не только температурой ОВ, но и другими факторами, наиболее предпочтительным должен считаться режим взаимодействия СРКТиМ ОВ и ВУПГ через АСУ ТП.

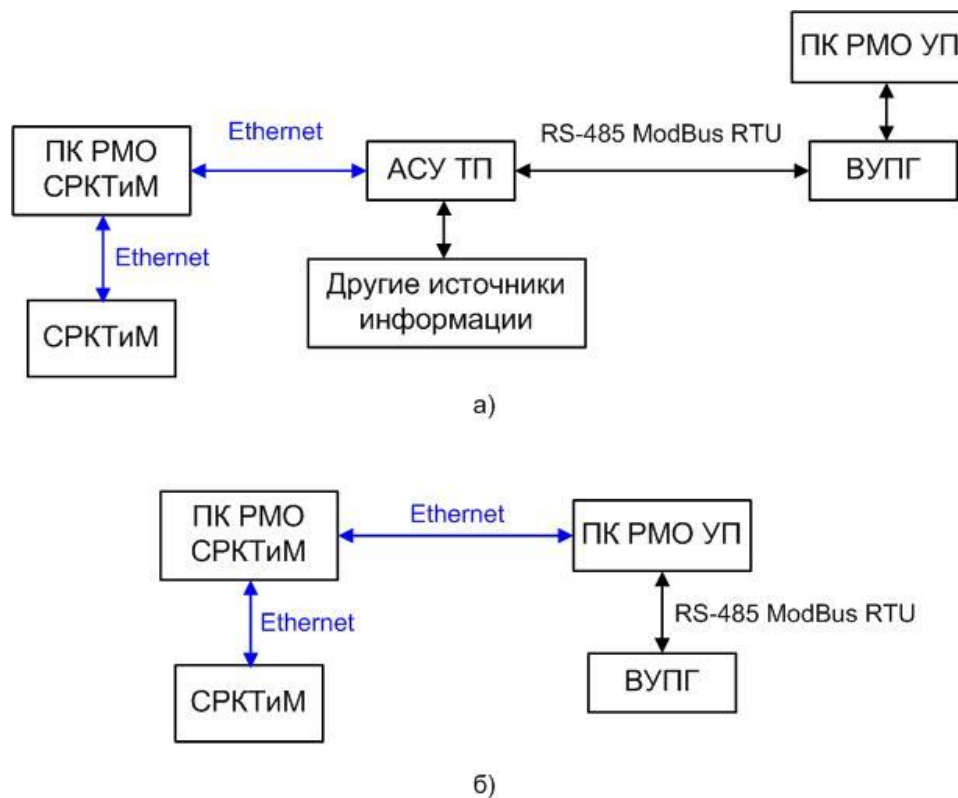


Рисунок 9.8.1 Структурная схема взаимодействия СРКТиМ ОБ и ВУПГ

9.8.3 Для осуществления взаимодействия на АСУ ТП должно быть установлено ПО, обеспечивающее преобразование различных форматов данных и управление ВУПГ, СРКТиМ ОБ и другими системами, влияющими на процедуру плавки гололеда.

9.8.4 Обмен данными и командами между СРКТиМ ОБ, АСУ ТП и УП должен осуществляться автоматически или в ручном режиме через оператора.

9.8.5 При полностью автоматическом обмене данными и командами ПО АСУ ТП при проведении плавки гололеда должно, исходя из данных, полученных от всех систем (включая СРКТиМ ОБ), автоматически:

- 1) вырабатывать команды управления установкой плавки;
- 2) передавать команды на установку плавки;
- 3) передавать информацию и команды управления другим компонентам системы плавки гололеда.

9.8.6 При автоматическом обмене данными и командами при проведении плавки гололеда оператор АСУ ТП должен иметь возможность контролировать содержание команды, выработанной для ВУПГ, подтвердить (останавливать) ее пересылку, изменять команду.

9.8.7 Для осуществления взаимодействия между СРКТиМ ОБ и ВУПГ при отсутствии АСУ ТП (см. рис. 9.8.1 б настоящих Правил) на ПК РМО ВУПГ должно быть установлено ПО, которое обеспечивает преобразование данных

этих систем и вырабатывает команды управления ВУПГ на основе данных о температуре ОВ, полученных от СРКТиМ ОВ.

9.8.8 Взаимодействие СРКТиМ ОВ и АСУ ТП (ВУПГ) до начала плавки гололеда.

9.8.8.1 После принятия решения о подготовке к плавке гололеда СРКТиМ ОВ должно получить следующую информацию:

- 1) время принятия решения о проведении плавки гололеда
- 2) название ВОЛС, на которой будет проводиться плавка;
- 3) начальный ток плавки.

9.8.8.2 Для подготовки к плавке гололеда СРКТиМ ОВ должна:

1) остановить процесс автоматического мониторинга ВОЛС, на которой будет проводиться плавка;

2) провести измерение рефлектограммы ВОЛС для определения ее длины, полного затухания и затухания в муфтах;

3) провести измерение температуры ОВ ВОЛС;

4) установить в управляющей программе пороговые значения для температуры ОВ;

5) установить в управляющей программе значение температуры ОВ, при котором прекращаются автоматические измерения после окончания плавки гололеда (это значение, например, может на 10 °С превышать максимальную температуру до начала плавки гололеда);

6) сохранить измеренные рефлектограммы и график температуры на жесткий диск ПК РМО.

9.8.9 АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) должна передать в СРКТиМ ОВ сообщение о начале плавки гололеда.

9.8.10 После получения сообщения о начале плавки гололеда СРКТиМ ОВ должна начать измерение температуры ОВ в автоматическом режиме. В этом режиме:

1) измерения должны выполняться непрерывно;

2) все результаты должны автоматически сохраняться на жесткий диск ПК РМО.

В зависимости от длины ВОЛС время одного измерения должно составлять от 30 секунд до 10 минут.

9.8.11 Во время измерений на экране ПК РМО должны отображаться:

1) измеренные рефлектограммы;

2) графики температуры с указанием максимальной температуры ОВ;

- 3) сообщения о превышении пороговых значений;
- 4) график изменения максимальной температуры ОВ.

9.8.12 Взаимодействие СРКТиМ ОВ и АСУ ТП (ВУПГ) во время плавки гололеда.

9.8.13.1 Измерение температуры ОВ, обработка данных и обмен информацией между СРКТиМ ОВ и АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) должны производиться в следующем порядке:

- 1) перед началом очередного измерения СРКТиМ ОВ должна запросить и получить от АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) значение текущего тока плавки;
- 2) СРКТиМ ОВ должна произвести измерение рефлектограммы и температуры ОВ;
- 3) после окончания измерения СРКТиМ должна запросить и получить от АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) значение текущего тока плавки;
- 4) рефлектограммы и график температуры вместе со значениями тока плавки гололеда должны быть сохранены на жестком диске ПК РМО СРКТиМ;
- 5) СРКТиМ ОВ должна провести анализ графика температуры; при превышении заранее установленных порогов должно быть выдано сообщение на экран ПК РМО;
- 6) СРКТиМ ОВ должна передать на АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) график распределения температуры вдоль ОВ и/или его отдельные параметры (максимальная температура всего ОВ и отдельных участков, участки превышения пороговых значений и т. п.);
- 7) СРКТиМ ОВ должна создать график изменения максимальной температуры ОВ за все прошедшее время плавки гололеда, выводить его на экран ПК РМО и передавать на АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ).

Затем начинается новый цикл измерения и обработки данных.

9.8.13.2 АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ) должна передать в СРКТиМ ОВ сообщение об окончании плавки гололеда.

9.8.13.3 После получения сообщения об окончании плавки гололеда СРКТиМ ОВ должна проводить измерения пока максимальная температура не снизится до значения, которое было установлено при подготовке к плавке или пока оператор СРКТиМ ОВ не остановит измерения.

9.8.13 На ПК РМО СРКТиМ ОВ должны быть сохранены следующие данные:

- 1) рефлектограммы и график температуры ОВ, измеренные до начала, в процессе и после окончания плавки гололеда;

2) значения тока плавки, полученные от АСУ ТП (ПК РМО ВУПГ), взаимоувязанные с соответствующими рефлектограммами и графиками температуры;

3) сообщения о превышении пороговых значений температуры;

4) график максимальной температуры ОВ.

9.8.14 По результатам измерений оператор СРКТиМ ОВ должен составить отчет, включающий:

1) название ВОЛС, на которой проводилась плавка гололеда;

2) место расположения ПК РМО СРКТиМ ОВ;

3) название, тип и заводские номера измерительного оборудования;

4) дату и время начала плавки гололеда;

5) дату и время окончания плавки гололеда;

6) график изменения максимальной температуры ОВ.

## **9.9 Требования к информационной безопасности**

9.9.1 Информационная безопасность систем распределенного контроля температуры и мониторинга состояния ОВ должна обеспечиваться в соответствии с требованиями [65].



## ФОРМА АКТА ВЫБОРА ТРАССЫ

### СОГЛАСОВАНО

Директор по ИТС  
ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС

«Ф.И.О.»

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер/Зам. главного Инженера  
ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС

«Ф.И.О.»

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### АКТ

Выбора трассы на участке «ПС «название ПС» - «название ПС» - ... - «название ПС»»  
по объекту  
Строительство ВОЛС-ВЛ «*титульное название объекта*»

Комиссия в составе:

1. Представитель ИТС ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС – «Ф.И.О.»
2. Представитель линейной службы ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС – «Ф.И.О.»
3. Представитель управления высоковольтных сетей филиала ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС – «Ф.И.О.»
4. ...
5. ...

Комиссия произвела выбор трассы для строительства волоконно-оптической линии связи по высоковольтным линиям электропередачи (ВОЛС-ВЛ) на участке «ПС «название ПС» - «название ПС» - ... - «название ПС»».

Трасса прохождения ВОЛС-ВЛ определена по существующим ВЛ «класс(ы) напряжения» кВ. Для организации ВОЛС-ВЛ проектом предусмотреть выделение следующих участков:

1. «*Название участка 1*» («*приблизительная протяженность участка в км*»)

Подвеску ОК (*следует указать тип ОК*) запроектировать на участках:

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»
- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

...

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

ВОЛС прокладывается от/до линейных порталов ПС.

На линейных порталах ПС «название ПС», ПС «название ПС»..., «название ПС» предусмотреть установку оптических муфт с учетом смены типа кабеля на диэлектрический с негорючей оболочкой, проектируемый по территориям подстанций до оптических шкафов станционного оборудования ВОЛС.

2. «Название участка 2» («приблизительная протяженность участка в км»)

Подвеску ОК (следует указать тип ОК) запроектировать на участках:

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»
- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

...

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

ВОЛС прокладывается от/до линейных порталов ПС.

На линейных порталах ПС «название ПС», ПС «название ПС»..., «название ПС» предусмотреть установку оптических муфт с учетом смены типа кабеля на диэлектрический с негорючей оболочкой, проектируемый по территориям подстанций до оптических шкафов станционного оборудования ВОЛС.

...

n. «Название участка n» («приблизительная протяженность участка в км»)

Подвеску ОК (следует указать тип ОК) запроектировать на участках:

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»
- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

...

- ВЛ «класс напряжения» кВ «название ПС» - «название ПС»

ВОЛС прокладывается от/до линейных порталов ПС.

На линейных порталах ПС «название ПС», ПС «название ПС»..., «название ПС» предусмотреть установку оптических муфт с учетом смены типа кабеля на диэлектрический с негорючей оболочкой, проектируемый по территориям подстанций до оптических шкафов станционного оборудования ВОЛС.

Принять для проектирования следующие исходные данные:

- район по ветровому давлению – «номер района»;
- район по толщине стенки гололеда – «номер района»;
- региональный коэффициент для расчета ветровой нагрузки – «коэффициент»;
- региональный коэффициент для расчета гололедной нагрузки – «коэффициент»;
- коэффициент надежности по ответственности для расчета ветровой и гололедной нагрузки – «коэффициент»;
- минимальная температура, °С – минус «значение температуры»;
- максимальная температура, °С – плюс «значение температуры»;
- среднеэксплуатационная температура, °С – плюс «значение температуры»;
- среднегодовая продолжительность гроз в часах – «значение или диапазон значений»;
- район по пляске проводов – «обозначение района».

Механический расчет кабеля следует проводить при заданных климатических условиях в соответствии с требованиями 7-го изд. ПУЭ, проверку механической прочности опор производить в соответствии с требованиями ПУЭ, действующими на момент проектирования

ВЛ согласно «Правила проектирования строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше» (СТО 56947007-33.180.10.172-2014).

Тип подвешиваемого волоконно-оптического кабеля определить в ходе проектирования. Емкость кабеля – не менее «количество *ОВ*» оптических волокон «категория *ОВ*». Необходимость применения кабелей большей емкости уточняется при проектировании. Трассу прокладки ОК по территориям подстанций к местам установки оптических кроссов выполнить в соответствии с техническими условиями, выданных владельцами Объектов электроэнергетики.

Сооружение ВОЛС (согласно п. 4.3.11 СТО 56947007-33.180.10.172-2014 «Правила проектирования строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше») не подлежит согласованию с землепользователями, центральными и местными административными органами.

#### **Члены комиссии:**

Представитель ИТС ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС	«Ф.И.О.»
Представитель линейной службы ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС	«Ф.И.О.».
Представитель управления высоковольтных сетей филиала ОАО «ФСК ЕЭС» - филиала МЭС	«Ф.И.О.»
...	«Ф.И.О.»
...	«Ф.И.О.»
...	«Ф.И.О.»

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Анализ оптических измерений на ЭКУ ВОЛС филиала «ФСК ЕЭС»**

На основе измерений 20\_\_ года

На всех ЭКУ, находящихся в технической эксплуатации значения измеренных параметров находятся в пределах нормы, за исключением:

№ п/п	Наименование ЭКУ	Дата проведения измерений	ФИО, проводившего измерения	Эксплуатационно-технические характеристики ОК. Значения измеренных параметров									Возможная причина	Предложения по устранению	Примечание
				Тип ОК	№ ОВ	Затухание суммарное на участке (дБ)		Затухание километрическое (дБ/км)		Оптическая длина ОВ (км)	Метод прокладки ОК	Другие параметры			
						А-Б	Б-А	А-Б	Б-А						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Протоколы прилагаются.  
Рефлектограммы прилагаются.

## Библиография

1. РД 153-34.3-20.409-99 Руководящие указания об определении понятий и отнесении видов работ и мероприятий в электрических сетях отрасли "Электроэнергетика" к новому строительству, расширению, реконструкции и техническому перевооружению.
2. СТО 56947007-29.240.55.016-2008 Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ, ОАО «ФСК ЕЭС».
3. РД 34.20.504-94 Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 кВ.
4. Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ) – 7 издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
5. СТО 56947007-29.240.055-2010 Методические указания по расчету климатических нагрузок в соответствии с ПУЭ-7 и построению карт климатического районирования, ОАО «ФСК ЕЭС».
6. СТО 56947007-29.240.058-2010 Методические указания по составлению карт степеней загрязнения на территории расположения ВЛ и ОРУ ПС, ОАО «ФСК ЕЭС».
7. СТО 56947007-29.240.056-2010 Методические указания по определению региональных коэффициентов при расчете климатических нагрузок. ОАО «ФСК ЕЭС».
8. СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85). Нагрузки и воздействия.
9. Методы расчета тяжений и стрел провеса проводов для воздушных линий электропередачи. СИГРЭ, Брошюра Б2-12 (CIGRÉ B2-12 Brochure (Ref. No. 324), Sag-tension calculation methods for overhead lines), 2007.
10. МЭК 61089-1991 Воздушные электрические провода со скрученными круглыми проволоками. (IEC 61089-1991 Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors).
11. МЭК 61395-1998 Провода электрические для воздушных линий электропередачи. Методы испытаний скрученных проводов на ползучесть. (IEC 61395-1998 Overhead electrical conductors. Creep test procedures for stranded conductors).
12. Временные руководящие указания по расчету монтажных напряжений и стрел провеса проводов и тросов воздушных линий электропередачи с учетом остаточных деформаций. Инв. № 3471тм - т. 1, 2, ВГПИ и НИИ «Энергосетьпроект», Москва, 1976.
13. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81.

14. РД 34.20.184-91 Методические указания по районированию территорий энергосистем и трасс ВЛ по частоте повторяемости и интенсивности пляски проводов.

15. РД 34.20.182-90 Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ (с Изменением № 1).

16. СТО 56947007-29.120.10.067-2010 Спиральная арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».

17. СТО 56947007-29.120.10.064-2010 Сцепная арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».

18. СТО 56947007-29.120.20.066-2010 Защитная арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».

19. 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, ОАО «ФСК ЕЭС».

20. СТО 56947007-33.180.10.176 - 2014 Оптический кабель, встроенный в фазный провод, натяжные и поддерживающие зажимы, муфты для организации ВОЛС-ВЛ на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше. Общие технические условия, ОАО «ФСК ЕЭС».

21. СТО 56947007-33.180.10.175 - 2014 Оптические неметаллические самонесущие кабели, натяжные и поддерживающие зажимы, муфты для организации ВОЛС-ВЛ на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше. Общие технические условия, ОАО «ФСК ЕЭС».

22. СО 34.35.125-99 (РД 153-34.3-35.125-99). Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений (Части 1-3. Приложения к частям 1, 2, 3).

23. 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».

24. РД 34.20.511 (МУ 34-70-027-82) Методические указания по плавке гололеда переменным током. Часть 1.

25. Применение ОКФП на ВЛ 63 кВ, 90 кВ и 225 кВ. Материалы 54-й международной конференции IWCS/Focus (OPPC Solutions for 63 kV, 90 kV and 225 kV Power Lines, Reinhard Girbig, Philippe Bernon, Christophe Chaussecourte, Renaud Le Gac. 54th IWCS/Focus Conference: proceedings of the International Wire & Cable Symposium (IWCS), November 13-16, 2005, Providence, Rhode Island, USA).

26. СТО 56947007-29.080.15.097-2011 Типовые технические требования к изоляторам линейным подвесным полимерным, ОАО «ФСК ЕЭС».

27. Об утверждении Правил применения оптических кабелей связи, пассивных оптических устройств и устройств для сварки оптических волокон. Приказ Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 19 апреля 2006 г. № 47.

28. РД 153-34.0-20.262-2002 Правила применения огнезащитных покрытий кабелей на энергетических предприятиях.

29. Инструкция по прокладке и монтажу оптического кабеля в ПВП трубках "SILICORE". - М., ССКТБ, 1998. Утверждена заместителем председателя Госкомсвязи России 10.03.1998.

30. «Руководство по герметизации вводов кабелей предприятий связи», Москва, ССКТБ, 1986 г. Утверждено Приказом Минсвязи СССР от 16.01.1986.

31. МЭК 60304-1982. Кабели и провода низкочастотные. Цвета изоляции стандартные. (IEC 60304-1982 Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires).

32. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон. Постановление Правительства РФ от 24.02.2009 № 160.

33. СТО 56947007-29.240.55.111-2011 Методические указания по оценке технического состояния ВЛ и остаточного ресурса компонентов ВЛ, ОАО «ФСК ЕЭС».

34. СТО 56947007-33.180.10.171 - 2014 Технологическая связь. Эталон проектной документации на строительство ВОЛС-ВЛ с ОКСН и ОКГТ, ОАО «ФСК ЕЭС».

35. О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию. Постановление правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (с Изменениями № 1-5).

36. МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации.

37. ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время.

38. ГСНр 81-05-02-2001. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве ремонтно-строительных работ в зимнее время. Госстрой России. – М., 2001

39. О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий.

Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 (с Изменениями на 23.09.2013).

40. ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений.

41. ГСНр 81-05-01-2001. Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений при производстве ремонтно-строительных работ.

42. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.

43. ВСН 604-III-87 (Минсвязи СССР) Техника безопасности при строительстве линейно-кабельных сооружений.

44. СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения (с Изменением № 1).

45. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.

46. Приложение к Приказу Министерства связи СССР от 24.01.1990 № 40. Руководство по приемке в эксплуатацию линейных сооружений проводной связи и проводного вещания. – М., ССКТБ, 1990. Утверждено зам. Министра связи СССР 22.01.90.

47. РД 45.156-2000 Состав исполнительной документации на законченные строительством линейные сооружения магистральных и внутризоновых ВОЛП.

48. РД 45.190-2001 Участок кабельный элементарный волоконно-оптической линии передачи.

49. Временная инструкция по приемке в эксплуатацию линейных сооружений ВОЛП в ПВП кабелеводах и составлению исполнительной документации на сдаваемые линейные сооружения.- М., ССКТБ, 1998 г. Утверждена заместителем председателя Госкомсвязи России.

50. Рекомендации по маркированию кабельных линий связи с применением электронных маркеров ЗМ™ EMS. «ЗМ Телекоммуникационные системы», 2004 г.

51. Организационные и методические рекомендации по проведению испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей – М.: ЗАО «Энергосервис», 2004.

52. Об утверждении формы свидетельства о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства. Приказ Ростехнадзора от 05.07.2011 г. № 356.

53. Типовая межотраслевая форма № КС-11 «Акт приёмки законченного строительством объекта». Утверждена постановлением Госкомстата России от 30.10.97 № 71а.



54. И 1.13-07. Инструкция по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам. - М.: ОАО ВНИПИ "Тяжпромэлектропроект", 2007. Утверждена Ассоциацией "Росэлектромонтаж" 12.04.2007 г. Рекомендована к применению Министерством Регионального развития РФ письмом № 12677-ЮТ/02 от 05.07.2007 г.

55. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутренних первичных сетей. Утверждены приказом Минсвязи РФ № 92 от 10.08.96 г.

56. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

57. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

58. ППБ-01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Утверждены приказом МЧС РФ от 18 июня 2003г. №313.

59. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 31.13.33 №98.

60. ПОТ РМ-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. Утв. постановлением Минтруда РФ от 05.01.2001 № 3 и приказом Минэнерго РФ от 27 декабря 2000 г. №163 (с изменениями от 18, 20 февраля 2003 г.) – М., 2001.

61. Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 18.11.2011 № 704 «Об утверждении Единых стандартов фирменного стиля ОАО «ФСК ЕЭС».

62. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых оптических линий связи», ССКТБ ТОМАСС, 1993.

63. РД 45 180-2001 Руководство по проведению планово профилактических и аварийно-восстановительных работ на линейно-кабельных сооружениях связи волоконно-оптических линий передачи.

64. СТО 56947007-29.060.50.122-2012 Руководство по расчету режимов плавки гололеда на грозозащитном тресе со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) и применению распределенного контроля температуры ОКГТ в режиме плавки, ОАО «ФСК ЕЭС».

65. СТО 56947007-29.240.01.149-2013 Система обеспечения информационной безопасности ОАО «ФСК ЕЭС». Требования к информационным системам ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «ФСК ЕЭС».

66. СТО 56947007-29.240.133-2012 Изоляция электроустановок в районах с загрязненной атмосферой. Эксплуатация и техническое обслуживание, ОАО «ФСК ЕЭС».

67. Нормы приемо-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризональных подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи общего пользования. Утверждены приказом Госкомсвязи России от 17.12.97 № 97.