

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

В.С. Иванов, Б.К. Никитин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ И ПРОВОДНЫХ
СИСТЕМ СВЯЗИ**

ЧАСТЬ 1. Проектирование и строительство

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

СПб ГУТ)))

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

УДК 681.7(075.8)
ББК 3286я73
И20

Рецензенты:
директор НОУ «Лентелефонстрой – УВЦ» ОАО «ЛЕНТЕЛЕФОНСТРОЙ»
Т. И. Васильева,
главный инженер ГУП НАО «Ненецкая компания электросвязи»
П. А. Окладников

*Утверждено редакционно-издательским советом СПбГУТ
в качестве учебного пособия*

Иванов, В. С.
И20 Строительство ВОЛС. Современные технологии и организация. Часть 1
- проектирование и строительство: учебное пособие / В. С. Иванов, Б. К.
Никитин, Р. Я. Пирмагомедов ; СПбГУТ. – СПб., 2019. – 71 с.

Написано в соответствии с рабочей программой дисциплины
«Проектирование, строительство и техническая эксплуатация волоконно-
оптических и проводных систем связи.».

Рассматриваются некоторые вопросы организации строитель-
ства систем связи, как на первичной сети, так и для обеспечения
потребностей передачи информации в мультисервисных сетях.
Рассмотрены варианты строительства – подземные, воздушные,
реализация на «последней миле». Приводятся сведения по различным
способам прокладки кабелей.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а
также слушателей ФППК СПбГУТ.

**УДК 681.7(075.8)
ББК 3286я73**

© Иванов В. С., Никитин Б. К., Пирмагомедов Р. Я., 2019

© Федеральное государственное образовательное
бюджетное учреждение высшего профессионального
образования «Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИНИЦИАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	8
1.1. Общие сведения	8
1.2. Участники процесса проектирования и их роли	9
1.3. Техническое задание на проектирование	11
1.4. Стадии проектирования	14
2. СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛС	16
2.1. Оформление проектной документации	18
2.2. Оформление рабочей документации	22
2.3. Проект организации строительства	26
2.4. Условные обозначения, применяемые для проектов волоконно- оптических сетей связи	29
2.5. Программное обеспечение для решения задач проектирования	30
3. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	32
3.1. Планирование работ	32
3.2. Допуск к работам по строительству	35
3.3. Производство строительно-монтажных работ	37
3.4. Контроль сроков и качества выполняемых работ	39
3.5. Приемо-сдаточные измерения	44
4. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОЛС	46
4.1. Прокладка оптических кабелей непосредственно в грунт	46
4.2. Прокладка ВОК в открытую траншею	49
4.3. Прокладка ВОК в кабельную канализацию	51
4.4. Прокладка оптических кабелей в защитных пластмассовых трубах	56
4.5. Прокладка ЗПТ	60
4.6. Технологии прокладки ВОК в ЗПТ	61
4.7. Организация переходов через различные преграды	67
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	69

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития телекоммуникаций предъявляет новые требования к сетям связи. А это, в свою очередь, предъявляет особые требования к транспортным сетям передачи информации. Они должны иметь большую пропускную способность и обеспечивать гарантированную доставку информации, поддерживать передачу данных, видео и голоса с обеспечением всех нормативных требований.

Самой перспективной и совершенной физической средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния сегодня считаются волоконно-оптические кабели (ВОК), которые за относительно непродолжительный период своего развития позволили многократно увеличить пропускную способность систем связи.

Построенные с использованием ВОК волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) являются основой основ телекоммуникационной отрасли России. От их состояния и степени развития зависит качество предоставляемых пользователям современных телекоммуникационных услуг. Поэтому вопросам строительства ВОЛС, способных передавать огромные потоки цифровой информации, должно уделяться большое внимание [5].

На сегодняшний день ВОЛС в стране не хватает, а строить их все труднее и труднее, а иногда – просто невозможно. Одна из причин заключается в том, что в РФ практически не осталось свободных земель, по которым можно проложить волоконно-оптический кабель. Особенно остро эта проблема проявляется на территориях, прилегающих к столице и крупным региональным центрам.

В связи с этим одним из вариантов можно рассматривать строительство ВОЛС в полосе отвода автодорог. Это позволит экономить время на согласования прохождения трассы, проектирование и строительство. Кроме того, обслуживать такие линии проще.

В настоящее время за рубежом широко используется технология строительства ВОЛС в полотне автодорог. ВОК прокладывается в защитной пластмассовой трубе (ЗПТ) предварительно уложенной в узкую траншею, которая фрезеруется в асфальтированном покрытии, а затем траншея заделывается асфальтной массой. В России же автодороги практически не используются для строительства телекоммуникационных линий, хотя прокладка ВОК в полотне автодорог очень перспективна и экономически выгодна.

Технологии строительства волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в общих чертах аналогичны технологиям строительства традиционных линий связи на основе металлических кабелей [3]. В то же время появились и используются и новые варианты, способные существенно сократить сроки строительно-монтажных работ, снизить их стоимость.

Характеристики и большой ассортимент ВОК позволяют прокладывать их в местах, где прокладка медножильных кабелей была проблема-

тична или чаще всего невозможна. Нечувствительность к электромагнитным помехам и отсутствие электромагнитного излучения делают ВОК идеальными для подвески на опорах линий электропередач и контактных сетях железных дорог.

В строительстве ВОЛС имеется ряд существенных отличий [3, 4], обусловленных прежде всего своеобразием конструкции оптического кабеля:

- критичностью к растягивающим усилиям;
- малыми поперечными размерами и массой;
- большими строительными длинами;
- трудностями в отыскании повреждений ВОК.

Прокладка ВОК характеризуется более низким уровнем допустимой механической нагрузки, ее превышение может сразу привести к обрыву волокна, либо к дефектам, которые позднее в процессе эксплуатации кабеля также приведут к отказам. Особенно чувствительны оптические волокна (ОВ) к механическим нагрузкам при низких температурах [4].

При строительстве ВОЛС с целью сокращения числа соединений и соответственно потерь на срезках используют большие строительные длины ВОК (4 км и более), что создает при их прокладке дополнительные нагрузки. Чтобы уровень нагрузки не превышал допустимый, необходимо принимать дополнительные меры и использовать специальное оборудование. В частности, нормативно-технической документацией не допускается прокладка ВОК при температурах ниже -10°C , предусматривается непрерывный контроль продольных нагрузок на ВОК, а также меры, ограничивающие механические нагрузки на ВОК в процессе его прокладки, и обеспечивающие защиту в процессе его эксплуатации [6].

Строительство ВОЛС включает несколько этапов [7, 14]:

- проектирование и обследование трассы;
- прокладка кабеля;
- сварочные и монтажные работы;
- монтаж пассивных компонентов сети;
- монтаж и инсталляция активного оборудования.

Каждый этап важный и ответственный, имеет свои особенности и требует качественного исполнения. Среди всех перечисленных этапов достаточно трудоемким и ответственным этапом является прокладка кабеля, от качества которой зависит многое.

Учитывая сложность и высокую стоимость строительно-монтажных работ, необходимо прежде всего выбрать оптимальный способ строительства ВОЛС.

На сегодняшний день существует много способов прокладки ВОК, среди которых можно выделить следующие варианты [3, 5, 6, 14, 16, 30]:

- прокладка непосредственно в грунт с использованием оптического кабеля с металлической (проволочной) броней;

- прокладка ВОК в грунт в защитных пластмассовых трубах (ЗПТ);
- инсталляция ВОК на элементы инфраструктуры железнодорожного транспорта, энергетики, воздушных линий связи (ВЛС);
- прокладка в каналах кабельной канализации и коллекторах;
- по стенам зданий и внутри помещений.

Каждый из указанных способов имеет свои достоинства и недостатки, но во всех случаях при прокладке не должны превышать нормируемые механические воздействия (в первую очередь, усилия растяжения и сжатия), климатические условия (нижняя предельная температура прокладки, как правило, составляет -10°C), допустимые радиусы изгиба ВОК (радиус изгиба не должен быть менее 20 наружных диаметров) и т. д.

Выбор метода прокладки ОК зависит от многих факторов. В отдельных случаях выбор достаточно очевиден, в других требует тщательной проработки. Так, например, при выборе подземного варианта необходимо решить вопрос, прокладывать ли ОК непосредственно в грунте или в защитных пластмассовых трубках и т. д. Выбор между воздушной и подземной прокладками зависит от рельефа местности, категории грунта и даже плотности населения.

При строительстве магистральных линий связи широко применяется способ подвески ВОК, который в отличие от традиционного способа прокладки в грунт характеризуется следующими преимуществами [3, 16, 30]:

- отсутствие необходимости отвода земель и согласования с заинтересованными организациями;
- сокращение сроков строительства;
- уменьшение количества повреждений в районах городской застройки и промышленных зонах;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат в районах с тяжелыми грунтами.

Строительство ВОЛС осуществляется в соответствии с требованиями, предусмотренными:

- в «Правилах проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 0,4–35», Со 153-34.48.519-2002. Москва, 2004 г.;
- «Правилах ввода в эксплуатацию сооружений связи.» Утверждено приказом Минсвязи 09.09.2002 г. СПб.: 2002 г.;
- СНиП 3.01.04-87. «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения». Москва, 2003 г.;
- РД.45.200-2001. «Применение волоконно-оптических средств на сетях доступа». Руководящий технический материал;
- «Правилах применения оптических кабелей связи, пассивных оптических устройств и устройстве для сварки оптических волокон». Утверждены Мининформсвязи РФ 19.04.06;

– ВСН 116-2002. «Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи». Москва, Минсвязи России, 2002 г., и ряд других.

Строительство ВОЛС начинается с изучения проектно-сметной документации, исследования на местности условий работ, расположения и состояния дорог, выбора способа строительства на сложных участках трассы. Составляется план выполнения строительных работ, подготавливаются необходимые строительные механизмы, автотранспорт, измерительное оборудование и решаются вопросы размещения строительного-монтажных подразделений.

На подготовительном этапе к строительству ВОЛС выполняют входной контроль ВОК и группирование строительных длин. Входной контроль заключается в общем осмотре всех барабанов с ВОК, измерении параметров оптических волокон. Осмотр проводится на кабельной площадке, а измерения – в передвижных монтажных лабораториях. Основная задача входного контроля – проверка на соответствие строительных длин и параметров передачи паспортным данным.

В дальнейшем контроль осуществляется на каждом этапе строительства: после прокладки (подвески) строительной длины, после монтажа муфт (кроссово-распределительных устройств) и т. д.

Группирование строительных длин проводится из соображений прокладки на одном регенерационном участке ОК одной конструкции с одним типом ОВ и защитного покрытия, изготовленных одним заводом. При группировании строительных длин одномодовых ОК дополнительно учитываются параметры передачи: затухания отдельных строительных длин складываются арифметически, а дисперсии – алгебраически, т. е. с учетом знака. Законы сложения параметров передачи строительных длин многомодовых ОК имеют сложный характер, что вызывает значительные трудности при их практической реализации.

По результатам группирования строительных длин ОК по всем регенерационным участкам составляют укладочную ведомость, согласно которой кабель развозят по трассе прокладки.

Перед началом строительства проводятся изыскания трассы с целью выбора оптимальной конструкции прокладываемого ВОК и технологии прокладки (кабелеукладчиком, в траншею, с использованием горизонтально-направленного бурения и др.). Учитывается также наличие имеющихся подземных сооружений (других кабелей связи, силовых кабелей, трубопроводов и т. д.) и наземных препятствий (шоссейные и железные дороги, реки, болота, леса, овраги, пересечения с линиями электропередачи и др.), определяются места размещения пунктов доступа к ВОК, оптическим муфтам и т. д.

Завершается строительство приемо-сдаточными испытаниями. После этого линия сдается в эксплуатацию.

1. ИНИЦИАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Общие сведения

Вводу в эксплуатацию каждого сооружения связи предшествуют этапы, которые можно объединить термином «строительный инвестиционный цикл». Строительным инвестиционным циклом (рис. 1.1) называют совокупность всех видов деятельности, обеспечивающих получение конкретной строительной продукции (т. е. построенных зданий и сооружений). Иными словами это понятие «строительства» в широком смысле, включающем анализ существующего положения, проектирование, строительные и пуско-наладочные работы. С экономической точки зрения это период от начала финансирования строительства (инвестиций) до момента, когда построенный объект сам способен приносить доход, который можно расходовать на новые инвестиции.

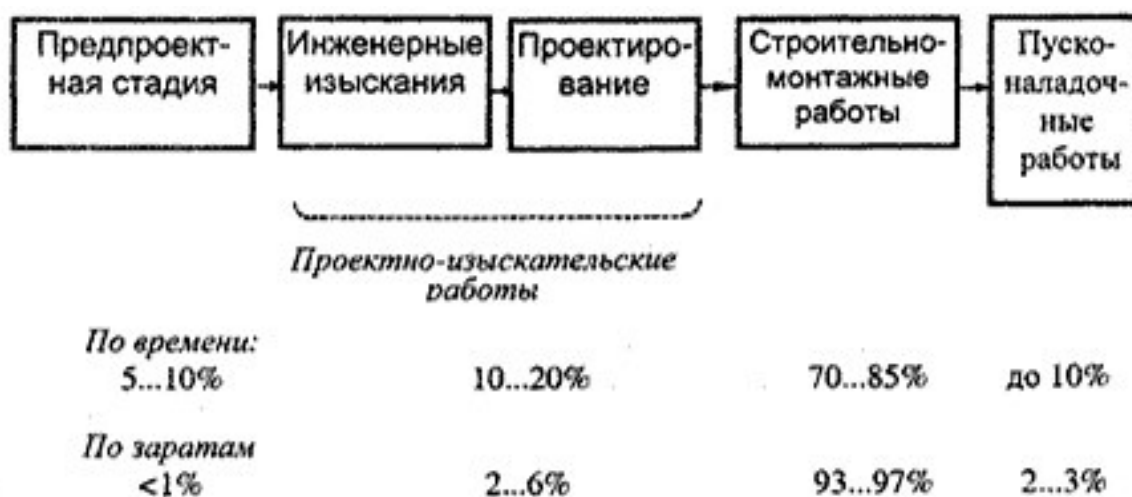


Рис. 1.1. Строительный инвестиционный цикл

Инвесторы, стремящиеся получить прибыль от построенного объекта, заинтересованы в том, чтобы продолжительность инвестиционного цикла была как можно меньшей, ибо в течение всего инвестиционного цикла вложенные деньги становятся как бы «замороженными», т. е. не дающими прибыли. Ввод же объекта в эксплуатацию означает начало постепенного «возврата» вложенных денег. Учитывая, что срок окупаемости капитальных вложений в РФ составляет 7–8 лет, легко подсчитать, что ввод объекта на 1–1,5 месяца раньше намеченного срока для инвестора равносителен удешевлению такого объекта примерно на 1 % (за счет ускорения оборачи-

ваемости капитальных вложений). Это означает принципиальную возможность парадоксальной на первый взгляд ситуации, когда удорожание проектно-изыскательских или строительно-монтажных работ может оказаться для инвестора экономически выгодным, если оно повлечет за собой существенное ускорение работ, т. е. приближение срока сдачи объекта в эксплуатацию. Напротив, затягивание сроков строительства («долгострой») всегда влечет за собой большие экономические потери, так как оно удаляет сроки получения прибыли (или социального эффекта) от эксплуатации построенных объектов.

1.2. Участники процесса проектирования и их роли

Качественно выполненный проект позволит избежать ошибок строительства, что обеспечивает ввод объекта в эксплуатацию в установленные сроки и в рамках утвержденного бюджета.

Проектирование включает разработку проектно-сметной документации, необходимой для проведения строительных работ. Проектная документация – это предусмотренный законом обязательный набор проектов (разделов проекта), используемый при планировании строительства, получении разрешений на строительство, а также в процессе строительства и эксплуатации [17].

Это очень важный этап инвестиционного цикла, который в наибольшей мере определяет эффективность намеченного строительства. Проектирование выполняется организациями или отдельными специалистами («юридическими» или «физическими» лицами), имеющими соответствующие допуски выданные саморегулируемыми организациями. По организационно-правовому статусу небольшие проектные организации чаще всего бывают обществами с ограниченной ответственностью (ООО), средние и крупные – акционерными обществами (ЗАО, ОАО) или унитарными предприятиями (ГУП, МУП).

Основными участниками процесса проектирования сооружений связи являются:

- заказчик,
- проектная организация,
- субподрядная проектная организация (при необходимости),
- экспертиза.

Заказчик – юридическое лицо, в интересах которого производится работы по проектированию сооружения связи. Заказчик выдает проектной

организации техническое задание на проектирование и самостоятельно или по запросу проектной организации предоставляет исходные данные для проектирования.

Лицом, осуществляющим подготовку проектной документации, может являться застройщик либо привлекаемое застройщиком или заказчиком на основании договора физическое или юридическое лицо – **проектная организация**. Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, организует и координирует работы по подготовке проектной документации, несет ответственность за качество проектной документации и ее соответствие требованиям технических регламентов. Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, вправе выполнять определенные виды работ по подготовке проектной документации самостоятельно при условии соответствия такого лица требованиям к видам работ, и (или) с привлечением других соответствующих указанным требованиям лиц.

Экспертиза проектной документации – это один из многих видов проверки качества документации, выполняемый уполномоченным органом. Суть проверки в этом случае, как, впрочем, и во всех других, заключается в том, чтобы подтвердить соответствие проектной документации установленным требованиям.

Предметом экспертизы проектной документации может быть оценка ее соответствия требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатам инженерных изысканий.

Результатом экспертизы является заключение, содержащее выводы о соответствии или несоответствии проектной документации требованиям технических регламентов, инженерных изысканий, требованиям к разделам проектной документации.

Положительное заключение частного экспертного учреждения может послужить основанием для выдачи разрешения на строительство, а также быть представлено в судебный орган в качестве полноценного аргумента в отстаивании своей позиции.

На рис. 1.2 приведена примерная схема взаимодействия основных участников процесса проектирования.



Рис. 1.2. Схема взаимодействия основных участников процесса проектирования

1.3. Техническое задание на проектирование

Перед началом проектных работ заказчик заключает договор с проектировщиком и выдает ему техническое задание на проектирование, прилагая к заданию исходные данные для подготовки проектной документации. В разработке технического задания обычно принимает участие и сам проектировщик, но его роль в основном сводится к конкретизации и уточнению задач, которые ставит заказчик, окончательный же текст задания подписывает заказчик.

Техническое задание (ТЗ) – исходный документ для проектирования сооружения связи, содержащий основные технические требования, предъявляемые к сооружению, исходные данные для разработки. В ТЗ указываются назначение объекта, область его применения, стадии разработки документации, ее состав, сроки исполнения и т. д., а также особые требования, обусловленные спецификой самого объекта либо условиями его эксплуатации. Корректное ТЗ, согласованное между всеми заинтересованными и ответственными лицами является залогом успешной реализации проекта.

Содержание технического задания зависит от вида строительства. Техническое задание должно максимально точно устанавливать требования к результату и процессу проектирования. В любом случае в техническом задании должны быть указаны: основание для проектирования, особые условия строительства, требования к архитектурно-планировочным и конструктивным решениям, требования по охране природы. Основанием

для разработки проекта могут являться следующие документы, предоставляемые заказчиком и указанные в ТЗ: генеральная схема/генеральный план развития сети, обоснование инвестиций и др.). Планы развития обычно разрабатываются службами развития заказчика совместно с представителями фирм поставщиков телекоммуникационного оборудования. Также основаниям для проектирования, является наличие у организации, для которой строится объект, лицензий на предоставление услуг связи.

В настоящее время документом, который регулирует процесс лицензирования в России и определяет виды деятельности, подлежащие лицензированию, является Федеральный Закон РФ от 08 августа 2001 г. «О лицензировании отдельных видов деятельности». Обязательному лицензированию подлежат следующие виды телекоммуникационных услуг:

- услуги местной телефонной связи, за исключением услуг местной телефонной связи с использованием таксофонов и средств коллективного доступа;
- услуги междугородной и международной телефонной связи;
- услуги телефонной связи в выделенной сети связи;
- услуги внутрizonовой телефонной связи;
- услуги местной телефонной связи с использованием таксофонов;
- услуги местной телефонной связи с использованием средств коллективного доступа;
- услуги телеграфной связи;
- услуги связи персонального радиовызова;
- услуги подвижной радиосвязи в сети связи общего пользования;
- услуги подвижной радиосвязи в выделенной сети связи;
- услуги подвижной радиотелефонной связи в сети связи общего пользования;
- услуги подвижной спутниковой радиосвязи;
- услуги связи по предоставлению каналов связи;
- услуги связи в сети передачи данных, за исключением передачи голосовой информации;
- услуги связи по передаче голосовой информации в сети передачи данных;
- телематические услуги связи;
- услуги связи для целей кабельного вещания;
- услуги связи для целей эфирного вещания;
- услуги связи проводного радиовещания;
- услуги почтовой связи.

Лицензии на предоставление услуг связи в качестве основания для разработки проектной документации также прописываются в экспертном

заключении по проекту. Для включения указанных в ТЗ лицензий в текст экспертного заключения в проекте должны быть отражены решения, предусматривающие оказание заявленных услуг связи с помощью проектируемого сооружения связи.

Важным пунктом любого ТЗ являются объемные требования. Этот раздел отражает объем проектируемых сооружений, количество и адресный план площадок строительства, типы устанавливаемого оборудования, разрабатываемые в составе проекта основные схемы.

В ТЗ на проектирование объекта связи может оговариваться отдельными пунктами необходимость разработки и требования к содержанию отдельных разделов документации, в том числе:

- архитектурно-строительные решения;
- электроснабжение и заземление;
- электропитание проектируемого оборудования;
- металлоконструкции;
- системы пожаротушения и пожарно-охранной сигнализации;
- системы водоснабжения, теплоснабжения;
- кондиционирование и вентиляция;
- технико-экономические показатели;
- требования по охране труда.

В реальном проектировании при строительстве сооружения связи, размещающегося на площадях существующих узлов связи, как правило, используются существующие системы кондиционирования, электропитания, пожаротушения и пожарно-охранной сигнализации и т. д. При отсутствии на местах установки проектируемых объектов существующих указанных систем, проектная организация предоставляет Заказчику ТЗ на установку этих систем по отдельному титулу. Это оговаривается в составе ТЗ или в протоколе согласования проектных решений. Обязательным является детальная проработка вопросов электропитания проектируемого оборудования (подключения проектируемого оборудования к электропитающим установкам, заземление и т. п.).

Также в ТЗ оговаривается необходимость предпроектных изысканий и их условия, количество экземпляров проектной документации, передаваемой заказчику, необходимость проведения государственной экспертизы документации. Сроки проведения проектных работ отражаются в договоре на проектирование. ТЗ является приложением к договору на проектирование.

Помимо технического задания, заказчик самостоятельно или по запросу проектной организации предоставляет данные по существующему положению сети связи в районе строительства, сертификаты на устанавливаемое оборудование, спецификации фирмы-поставщика на проектируемое оборудование и другие документы.

При недостаточности полученных исходных данных и в соответствии с условиями договора проектная организация проводит предпроектные изыскания на местах установки существующего и проектируемого оборудования Заказчика, трасс прокладки кабелей связи, кабелей электропитания. Результаты изысканий оформляются Проектной организацией актами, протоколами, планировками и схемами, которые согласовываются с Заказчиком, а также с владельцами помещений, используемых под размещение оборудования, и другими заинтересованными лицами.

1.4. Стадии проектирования

Когда возникает необходимость разработки проекта, заказчику и проектной организации необходимо понимать какая стадия проектирования необходима для того или иного объекта. Существуют следующие стадии проектирования:

- стадия «Проектная документация» (ПД);
- стадия «Рабочая документация» (РД).

Для некоторых объектов возможно выполнение проектных работ в одну стадию, для других – в две стадии.

Сущность *двухстадийного проектирования* в том, что необходимая для строительства документация составляется не сразу, а поэтапно: на первом этапе («стадия ПД») принимаются решения по общим принципиальным вопросам, затем такие решения всесторонне оцениваются, корректируются, утверждаются и только после устранения всех выявленных недостатков составляется подробная рабочая документация для строительства. Преимущество такой системы в сведении к минимуму затрат по переработке проектной документации в случае неудачных общих решений.

Сущность *одностадийного проектирования* в том, что проектная документация подготавливается сразу же в полном объеме и содержит решения всех общих и частных вопросов. Это удобно при небольших объемах проектных работ.

На стадии «**Проектной документации**» принимаются без детализации основные архитектурно-планировочные и конструктивные решения, решения по инженерному оборудованию, сетям.

Проектная документация на объекты капитального строительства в соответствии со статьей 48 Градостроительного кодекса РФ представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства,

их частей, капитального ремонта, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объектов капитального строительства.

С учетом того, что Постановлением Правительства Российской Федерации № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» от 5 марта 2007 г. предусмотрен порядок проведения экспертизы в отношении документации, разработанной в объеме стадии «проектная документация», заказчик должен подготовить ее и представить для проведения государственной экспертизы. Разработанная документация направляется на экспертизу, которая дает свои замечания и общую оценку проекта. После устранения проектировщиком выявленных недостатков проект рассматривается и утверждается (или отклоняется) органами местной исполнительной власти или другой утверждающей инстанцией. Порядок утверждения зависит от источника финансирования. Если строительство ведется за счет бюджетных средств, утверждающая инстанция – государственный орган. Если оно финансируется конкретным предприятием, фондом или физическим лицом, утверждающая инстанция – сам заказчик или инвестор.

После утверждения «Проектной документации» проводится вторая стадия проектирования «Рабочая документация». На этой стадии уточняются и детализируются решения, принятые на стадии ПД, составляются рабочие чертежи, локальные сметы и прочая документация, необходимая для производства строительно-монтажных работ. Для выполнения этой стадии проектирования заказываются и выполняются подробные инженерные изыскания. Они должны содержать полную информацию для решения всех частных вопросов и составления рабочих чертежей, не требующих последующей корректировки.

В соответствии с п. 4 Постановления Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 рабочая документация разрабатывается в целях реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений. Постановление не содержит указаний на последовательность разработки рабочей документации, что определяет возможность ее выполнения, как одновременно с подготовкой проектной документации, так и после ее подготовки.

При этом объем, состав и содержание рабочей документации должны определяться заказчиком (застройщиком) в зависимости от степени детализации решений, содержащихся в проектной документации, и указываться в задании на проектирование.

Одностадийное проектирование по сути представляет собой проектную документацию, подробность разработки которой определяется по согласованию с заказчиком.

2. СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛС

Основным документом, которым следует руководствоваться при разработке проектной и рабочей документации, является ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации». Кроме того, при выполнении графической и текстовой документации для строительства следует учитывать требования следующего перечня нормативных документов: ГОСТ 2.051-2013 «Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения».

– ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов»;

– ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам»;

– ГОСТ 2.305-2008 «Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения»;

– ГОСТ 2.307-2011 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений»;

– ГОСТ 2.308-2011 «Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей»;

– ГОСТ 2.316-2008 «Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения»;

– ГОСТ 2.317-2011 «Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции»;

– ГОСТ 2.501-2013 «Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения»;

Документацию, как правило, выполняют автоматизированным способом на бумажном носителе и/или в виде электронного документа.

При выполнении документации применяют шрифты, используемые средствами вычислительной техники, при условии доступности этих шрифтов пользователям документов. При оформлении текстовых частей разделов проектной документации и других документов, содержащих в основном сплошной текст, рекомендуется использовать гарнитуру шрифта Arial или Times New Roman.

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах по ГОСТ 2.302 с учетом их сложности и насыщенности информацией.

Масштабы на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС.

Каждый лист графического и текстового документа должен выполняться в соответствии с рис. 2.1. Лист, как правило, оформляют основной надписью и дополнительными графами к ней. Основную надпись располагают в правом нижнем углу листа. Формы основных надписей и указания по их заполнению приведены в Приложение Ж документа ГОСТ Р 21.1101-2013.

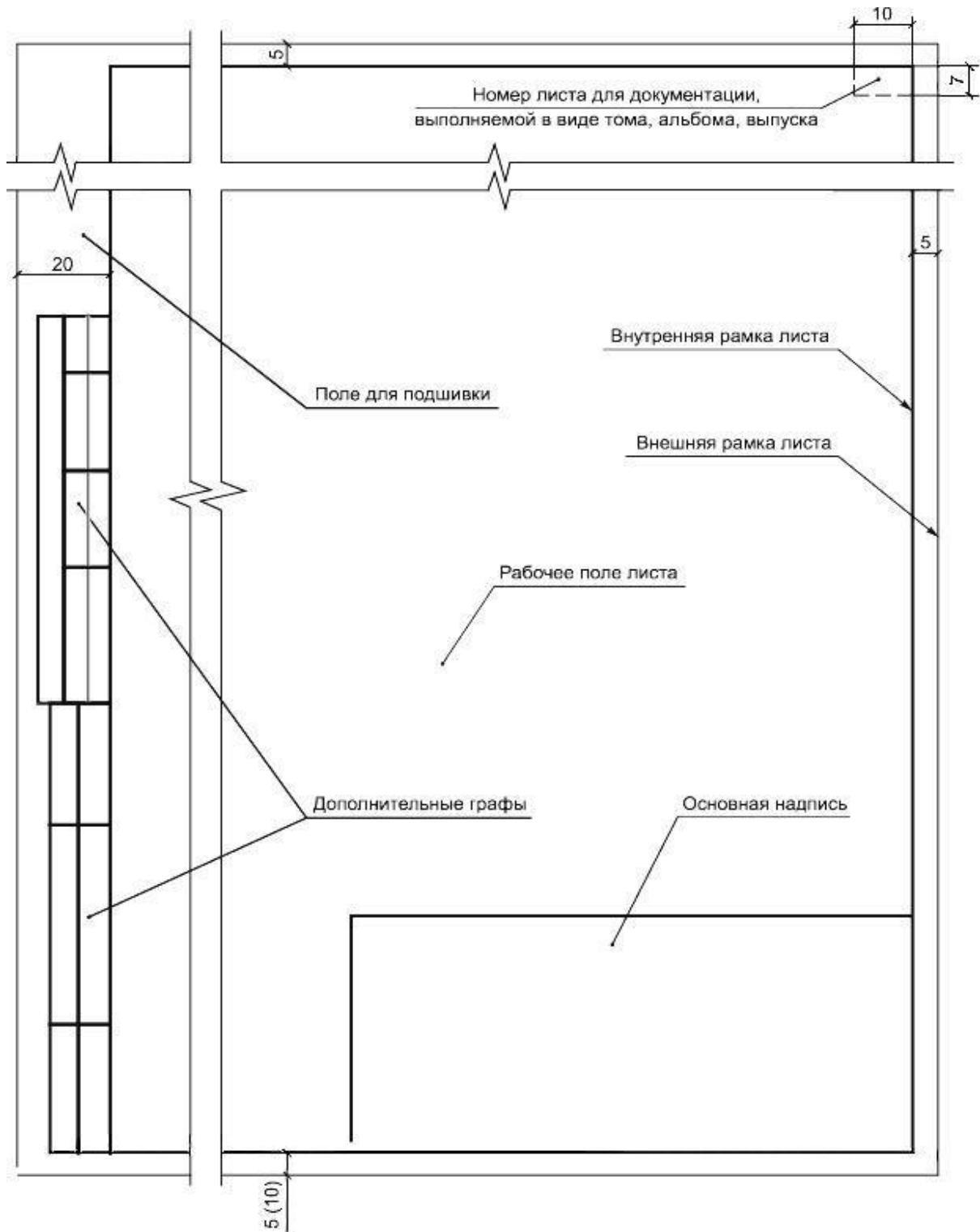


Рис. 2.1. Расположение основной надписи, дополнительных граф к ней и размерных рамок на листах

На листах формата А4 по ГОСТ 2.301 основную надпись располагают вдоль короткой стороны листа.

При двустадийном проектировании первым этапом разрабатывается проектная документация, вторым – рабочая. Рабочая документация, ее графическая часть, должна быть проработана более детально, она оформляется в соответствии с ГОСТ Р 21.1703-2000. СПДС «Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи». Состав графической части проектной документации не регламентирован, она может содержать чертежи, входящие в обязательный состав рабочей документации.

2.1. Оформление проектной документации

В соответствии с ГОСТ Р 1001-2009 «Проектная документация – совокупность текстовых и графических проектных документов, определяющих архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения, состав которых необходим для оценки соответствия принятых решений заданию на проектирование, требованиям законодательства, нормативным правовым актам, документам в области стандартизации; и достаточен для разработки рабочей документации для строительства».

Проектную документацию комплектуют в тома. Количество томов определено Постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

В общем случае:

- в том 1 включается раздел 1 «Пояснительная записка»;
- в том 2 включается раздел 2 «Схема планировочной организации земельного участка»;
- в том 3 включается раздел 3 «Архитектурные решения»;
- в том 4 включается раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения»;
- в том 5 включается раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений»;
- в том 6 включается раздел 6 «Проект организации строительства»;
- в том 7 включается раздел 7 «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства»;
- в том 8 включается раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды»;
- в том 9 включается раздел 9 «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»;

- в том 10 включается раздел 10 «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов»;
- в том 11 включается раздел 11 «Смета на строительство объектов капитального строительства»;
- в том 12 включается раздел 12 «Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами».

Том 5 делится на книги:

- в книгу 1 включается подраздел «Система электроснабжения»;
- в книгу 2 включается подраздел «Система водоснабжения»;
- в книгу 3 включается подраздел «Система водоотведения»;
- в книгу 4 включается подраздел «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети»;
- в книгу 5 включается подраздел «Сети связи»;
- в книгу 6 включается подраздел «Система газоснабжения»;
- в книгу 7 включается подраздел «Технологические решения».

Тома 6, 11, 5 и 9 проектной документации в соответствии с Постановлением № 87 разрабатываются в полном объеме для объектов капитального строительства, финансируемых полностью или частично за счет средств соответствующих бюджетов. Во всех остальных случаях необходимость и объем разработки указанных разделов определяются заказчиком и указываются в задании на проектирование.

При проектировании сооружения связи ключевыми разделами являются том 1 «Пояснительная записка» и том 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений». При разработке документации на строительство волоконно-оптических сетей связи наиболее интересующими разделами тома 5 являются книга 1 «Система электроснабжения» и книга 5 «Сети связи».

Количество листов, включаемых в том, определяют из необходимости обеспечения удобства работы, но не более 300 листов формата А4 по ГОСТ 2.301 или эквивалентного количества листов других форматов.

Пояснительная записка к проекту составляется в соответствии с нормами ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», ГОСТ 21.1101-2009 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации», ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматы и требования базового “Положения о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию”», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 в редакции Постановлений Правительства РФ № 427 от 18.05.2009, № 1044 от 21.12.2009 и № 235 от 13.04.2010.

Подробный состав пояснительной записки приведен в Постановлении Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

- обложка;
- титульный лист;
- содержание пояснительной записки;
- состав проектной документации;
- текстовая часть;
- графическая часть (основные чертежи и схемы).

В текстовой части ПЗ присутствуют следующие разделы:

- основания для проектирования с помощью проектируемого сооружения связи, услуг связи в соответствии с имеющимися лицензиями на проектирование;
- существующее положение сети связи;
- объемы строительства;
- характеристика проектируемого оборудования;
- проектные решения по установке и подключению проектируемого оборудования, по организации связи и соединительных линий проектируемого сооружения связи / фрагмента сети связи, по прокладке кабелей;
- сведения об оборудовании и сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, описывающих задействуемые системы вентиляции и кондиционирования, пожаротушения и пожарно-охранной сигнализации, мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций, по обеспечению информационной безопасности и т. п.;
- необходимые расчеты.

Из расчетов, выполняемых в процессе разработки документации на строительство объекта связи, можно выделить следующие:

- расчет энергетического бюджета организуемых оптических трактов;
- расчет необходимости дооборудования систем кондиционирования в помещениях, в которых предусмотрена установка проектируемого оборудования;
- расчет необходимости дооборудования систем электропитания;
- расчет несущей способности перекрытий помещений, в которых предусмотрена установка проектируемого оборудования.

Состав графической части проектной документации не регламентирован и определяется по согласованию с заказчиком. По составу и принципам оформления чертежей проектировщики могут руководствоваться правилами выполнения рабочей документации проводных средств связи ГОСТ Р 21.1703-2000. СПДС.

К пояснительной записке должны быть приложены в полном объеме исходные данные и условия для подготовки проектной документации (до-

кументы или копии документов, оформленные в установленном порядке). В связи со значительным объемом указанных документов, они могут комплектоваться приложением к тому 1 в виде раздела «Исходно-разрешительная документация» (ИРД).

В раздел ИРД входят распорядительные документы (Постановления, Распоряжения), разрешения, технические условия, материалы инженерных изысканий, согласования и утверждения, а также иные документы, полученные от уполномоченных государственных органов, и специализированных организаций для разработки и согласования проектной документации. В полный комплект исходно-разрешительной документации включаются различные документы, которые отражают основные рекомендации и требования по размещению объекта строительства на местности. К этим документам также относятся рекомендации и требования, которые были получены от различных согласующих органов для выполнения проектирования.

В исходно-разрешительных условиях указываются возможности выполнения работ, которые учитывают экологические и санитарно-гигиенические нормы расположения объекта, предполагаемого назначения, особенности его использования, воздействия на окружающую среду.

В том «ИРД», применительно к строительству волоконно-оптической сети доступа, включаются:

- утвержденное ТЗ на проектирование;
- лицензии на предоставление услуг связи;
- технические условия на прокладку кабелей, размещение оборудования и т. п.;
- документы (сертификаты и декларации) о соответствии применяемых средств связи установленным требованиям в области связи;
- документ, подтверждающий возможность осуществления проектной деятельности (допуск СРО).

Допуск СРО. Обязательным условием для существования компаний строительной или проектировочной направленности является наличие соответствующего разрешения. На сегодняшний день этим разрешением является допуск, выданный саморегулируемыми организациями.

Саморегулирование в области архитектурно-строительного проектирования (проектной деятельности) введено в Российской Федерации с 1 января 2009 г. взамен проектных лицензий. Это, в свою очередь, означает, что для проектирования зданий и сооружений в Российской Федерации проектным организациям необходимо вступить (стать членами) саморегулируемой организации (СРО).

Саморегулируемая организация в области архитектурно-строительного проектирования в соответствии с Градостроительным кодексом РФ – это некоммерческая организация, сведения о которой внесены в государственный

реестр саморегулируемых организаций и которые основаны на членстве индивидуальных предпринимателей и (или) юридических лиц, выполняющих архитектурно-строительное проектирование.

Сертификаты и декларации. Сертификат соответствия в системе сертификации «Связь» – это официальный документ, который подтверждает, что то или иное оборудование соответствует техническим требованиям, установленным Министерством связи России. Если средства связи не вошли в перечень средств связи, подлежащих обязательной сертификации, то они подлежат декларированию соответствия. Сертификаты соответствия выдаются на определенный срок, после истечения которого нужно заново подтверждать характеристики соответствия.

Наличие данного сертификата подтверждает, что оборудование или технические средства прошли соответствующие испытания в системе ГОСТ Р на безопасность и электромагнитную совместимость. Выдается сертификат органами по сертификации, получившими аккредитацию в системе «Связь».

Такой сертификации в системе «Связь» подлежит более 200 наименований различной продукции. В частности, такими товарами являются телекоммуникационное оборудование коммутационных узлов, оборудование сетей передачи данных, абонентское оконечное оборудование, программное обеспечение телекоммуникационных служб, соединительные кабели и другие составляющие, которые применяются в работе при установлении связи.

2.2. Оформление рабочей документации

«Рабочая документация (ГОСТ Р 1001-2009 п. 3.1.8): совокупность текстовых и графических документов, обеспечивающих реализацию принятых в утвержденной проектной документации технических решений объекта капитального строительства, необходимых для производства строительных и монтажных работ, обеспечения строительства оборудованием, изделиями и материалами <...>».

ГОСТ Р 21.1101-2009 п. 3.2 а определяет назначение рабочих чертежей как чертежей, предназначенных для производства строительных и монтажных работ.

Таким образом, по рабочим чертежам рабочей документации выполняются строительные и монтажные работы.

В состав рабочей документации, передаваемой заказчику, включают:

– рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, которые объединяют в комплекты (далее – основные комплекты рабочих чертежей) по маркам в соответствии с табл. Б.1 ГОСТ Р 21.1101-2009;

– прилагаемые документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта.

В состав основных комплектов рабочих чертежей включают общие данные по рабочим чертежам, чертежи и схемы, предусмотренные соответствующими стандартами Системы проектной документации для строительства.

Применительно к строительству волоконно-оптических сетей доступа разрабатываются основные комплекты рабочих чертежей по линейным сооружениям (марка ЛГ), стационарным сооружениям (марка СГ) (на основании ГОСТ Р 21.1703-2000 СПДС «Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи»).

Как было сказано ранее, применительно к строительству волоконно-оптических сетей доступа разрабатываются основные комплекты рабочих чертежей по линейным сооружениям марки ЛГ и стационарным сооружениям марки СГ. В соответствии с ГОСТ Р 21.1703-2000 в комплект основных чертежей марки ЛГ входят следующие чертежи:

- общие данные;
- план кабельной канализации и кабелей связи на городском участке;
- план расположения кабелей связи в зданиях узлов и станций;
- схема расположения кабелей связи в коллекторе;
- схема расположения кабелей связи в кабельной канализации;
- схема расположения магистральных участков абонентской сети АТС;
- схема расположения распределительных участков абонентской сети;
- схема расположения распределительной сети в зданиях;
- схема кабельного ввода.

В комплект основных чертежей марки СГ входят следующие чертежи:

- общие данные;
- план расположения оборудования;
- таблица (схема) кабельных соединений линейной проводки;
- таблица (схема) кабельных соединений токораспределительной сети;
- схемы структурные (функциональные) узлов;
- схемы подключения кабелей к аппаратуре;
- схема размещения комплектов на аппаратуре;
- схема (таблица) кроссировочных соединений.

В общие данные по рабочим чертежам включают:

- ведомость рабочих чертежей основного комплекта;
- ведомость ссылочных и прилагаемых документов;
- ведомость основных комплектов рабочих чертежей;
- ведомость спецификаций;

– условные обозначения, не установленные национальными стандартами, значения которых не указаны на других листах основного комплекта рабочих чертежей;

– общие указания.

В общих указаниях приводят реквизиты документов, на основании которых принято решение о разработке рабочей документации, запись о соответствии рабочей документации заданию на проектирование, выданным техническим условиям и другим документам, перечень технических регламентов и нормативных документов и другие необходимые указания.

В общих указаниях не следует повторять технические требования, помещенные на других листах основного комплекта рабочих чертежей, и давать описание принятых в рабочих чертежах технических решений.

Правила и примеры оформления указанных чертежей приведены в приложениях к ГОСТ Р 21.1703-2000.

Чертеж «план расположения оборудования» является обязательным чертежом в составе и проектной документации, и рабочей документации. Рассмотрим правила оформления данного чертежа.

В соответствии с ГОСТ Р 21.1703-2000, на плане расположения оборудования должны быть указаны:

- размеры (от оборудования до строительных конструкций);
- расстояния между координационными осями здания;
- расстояния между оборудованием (рядами оборудования) или между осями рядов оборудования;
- отметку чистого пола (для существующих зданий допускается указывать этаж);
- направление взгляда на лицевую сторону оборудования (стрелкой);
- наименования помещений, в том числе смежных (при насыщенном плане указывают в экспликации);
- вводы линейных, станционных и питающих кабелей.

На плане расположения показывают технологическое оборудование и инженерное оборудование здания, влияющее на условия расположения проектируемого оборудования.

В случае установки нескольких однотипных стоек или стативов допускается указывать их порядковые номера. При этом обозначение стоек (стативов) приводят над обозначением однотипного оборудования, указываемым по ГОСТ 21.406.

При установке оборудования выше отметки пола на полке линии-выноски указывают обозначение оборудования, под полкой – отметку низа оборудования.

Пример выполнения плана расположения оборудования приведен на рис. 2.2.

При несовпадении координационных осей противоположных сторон плана в местах расхождения дополнительно наносят обозначения указанных осей по верхней и/или правой сторонам.

Для отдельных элементов, расположенных между координационными осями основных несущих конструкций, наносят дополнительные оси, которым присваивают обозначение в виде дроби, в числителе которой указывают обозначение предшествующей координационной оси, а в знаменателе – дополнительный порядковый номер в пределах участка между смежными координационными осями (рис. 2.3, г).

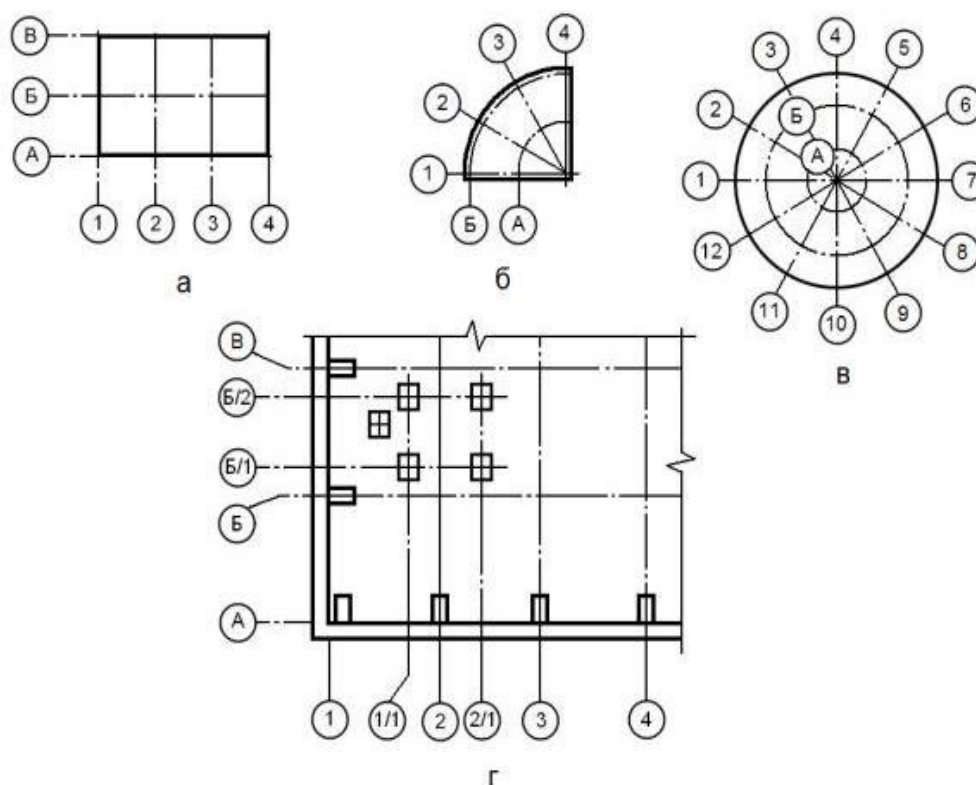


Рис. 2.3. Примеры нанесения координационных осей

2.3. Проект организации строительства

Проект организации строительства (ПОС) [2] – это часть проектной документации, в которой укрупнено решаются вопросы рациональной организации строительства объекта. ПОС разрабатываются с целью повышения эффективности и качества строительства за счет рациональной организации работ. На основе ПОС строительные организации разрабатывают проекты производства работ, в которых конкретизируются решения ПОС для конкретных видов работ. Например, ПОС может охватывать строительство крупной сети связи, с центральным узлом связи, транспортной, распределительной сетью и иными сооружениями. В проекте производства

работ будет рассматриваться определенный участок этой сети, например, монтаж кабельной сети в здании, устройство климатической системы в центральном узле связи, прокладка кабеля в канализации и т. д.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» ПОС должен содержать:

в текстовой части

а) характеристику района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства;

б) оценку развитости транспортной инфраструктуры;

в) сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства;

г) перечень мероприятий по привлечению для осуществления строительства квалифицированных специалистов, в том числе для выполнения работ вахтовым методом;

д) характеристику земельного участка, предоставленного для строительства, обоснование необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства;

е) описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи – для объектов производственного назначения;

ж) описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи – для объектов непромышленного назначения;

з) обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства (его этапов);

и) перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, подлежащих освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций;

к) технологическую последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов;

л) обоснование потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а также в электрической энергии, пару, воде, временных зданиях и сооружениях;

м) обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций;

н) предложения по обеспечению контроля качества строительных и монтажных работ, а также оборудования, конструкций и материалов поставляемых на площадку и монтируемых;

о) предложения по организации службы геодезического и лабораторного контроля;

п) перечень требований, которые должны быть учтены в рабочей документации, разрабатываемой на основании проектной документации, в связи с принятыми методами возведения строительных конструкций и монтажа оборудования;

р) обоснование потребности в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве;

с) перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда;

т) описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства;

т, 1) описание проектных решений и мероприятий по охране объектов в период строительства;

у) обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов;

ф) перечень мероприятий по организации мониторинга за состоянием зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от строящегося объекта, земляные, строительные, монтажные и иные работы на котором могут повлиять на техническое состояние и надежность таких зданий и сооружений;

в графической части:

х) календарный план строительства, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, выделение этапов строительства);

ц) строительный генеральный план подготовительного периода строительства (при необходимости) и основного периода строительства с определением мест расположения постоянных и временных зданий и сооружений, мест размещения площадок и временных складов конструкций, изделий, материалов и оборудования, мест установки стационарных кранов и путей перемещения кранов большой грузоподъемности, инженерных сетей и источников обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, связью, а также трасс сетей с указанием точек их подключения и мест расположения знаков закрепления разбивочных осей.

2.4. Условные обозначения, применяемые для проектов волоконно-оптических сетей связи

Обозначения на чертежах приводят в соответствии с ГОСТ 2.761-84. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Компоненты волоконно-оптических систем передачи.

Наиболее часто встречающиеся при разработке схем условные обозначения приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные условные обозначения

Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение	Наименование
	Оптический волновод, оптическая линия, оптическое волокно, оптический кабель		Оптический соединитель «розетка-вилка-розетка»
	Розетка оптического соединителя Вилка оптического соединителя		Оптический комбинированный соединитель
	Оптический разъёмный соединитель		Оптический переключатель
	Оптический неразъёмный соединитель		Соединительная разъёмная муфта Соединительная неразъёмная муфта
	Оптический соединитель «вилка-розетка-вилка»		Оптический ответвитель
	Оптический соединитель «розетка-вилка»		Ответвитель типа звезда

2.5. Программное обеспечение для решения задач проектирования

В настоящее время деятельность проектных организаций полностью компьютеризирована, что поднимает проектную работу на качественно новый уровень, при котором резко повышаются темпы и качество проектирования, более обоснованно решаются многие сложные инженерные задачи, которые раньше рассматривались лишь упрощенно. Во многом это происходит благодаря использованию эффективных специализированных программ, которые могут существовать как самостоятельно, так и в виде приложений к общетехническим программам. Программные продукты для автоматизации проектных работ имеют общее название – САПР.

САПР (англ. CAD, Computer-Aided Design) – программный пакет, предназначенный для проектирования (разработки) объектов производства (или строительства), а также оформления конструкторской и/или технологической документации.

Компоненты многофункциональных систем САПР традиционно группируются в три основных блока CAD, CAM, CAE. Модули блока CAD (Computer Aided Design) предназначены в основном для выполнения графических работ, модули CAM (Computer Aided Manufacturing) – для решения задач технологической подготовки производства, модули CAE (Computer Aided Engineering) – для инженерных расчетов, анализа и проверки проектных решений.

Существует большое количество пакетов САПР разного уровня. Значительное распространение получили системы, в которых основное внимание сосредоточено на создании «открытых» (т. е. допускающих расширение) базовых графических модулей CAD, а модули для выполнения расчетных или технологических задач (соответствующие блокам CAM и CAE) остаются для разработки пользователям или организациям, специализирующимися на соответствующем программировании. Такие дополнительные модули могут использоваться и самостоятельно, без CAD-систем, что очень часто практикуется в строительном проектировании. Они сами могут представлять крупные программные комплексы, для которых разрабатываются свои приложения, позволяющие решать более узкие задачи.

Наиболее популярными и широко используемыми программными продуктами среди современных САПР являются следующие:

– **AutoCad** компании Autodesk, который используется в различных отраслях промышленности для двух- и трехмерного проектирования. Популярности этого программного продукта способствовала разработка дополнительных специализированных приложений: AutoCAD Electrical, AutoCAD Mechanical, AutoCAD Architecture, GeoniCS и т. д.

– **ArchiCAD** компании Graphisoft. Программный продукт широко используется для проектировки архитектурных конструкций, строительных объектов, элементов ландшафтного дизайна.

– **КОМПАС** российской компании «Аскон» представляет собой целое семейство продуктов, которое позволяет создавать чертежи, моделировать объекты в трехмерном пространстве, создавать текстовые описания и спецификации.

Помимо рассмотренных программ, существует целый ряд программных продуктов, не получивших повсеместного распространения, а также узкоспециализированных программ для решения конкретных инженерных задач.

Направление в строительной отрасли, а именно той части, которая относится к архитектуре и собственно проектированию зданий и сооружений, развивается очень динамично. Строительство всегда развивалось в ногу с научно-техническим прогрессом, но приходится признать совершенствование программных средств далеко опережает квалификацию специалистов, призванных использовать их в своей работе. Сегодня часто наблюдается картина, когда современные и многофункциональные комплексы простаивают или используются незначительно из-за низкого уровня подготовки пользователей.

Другая проблема заключается в использовании пиратских копий программных продуктов. В этом случае пользователи лишают себя любой технической поддержки со стороны разработчиков: нет регулярного обновления программ, технической документации и квалифицированного обучения. Покупая нелегальное программное обеспечение, пользователи лишают финансовой поддержки разработчиков, что в свою очередь тормозит развитие программ.

Перспективой развития САПР, кроме решения указанных проблем, является тесная интеграция с программами смежных направлений. Суть этого процесса заключается, например, во взаимосвязи между чертежными и расчетными программами. Если после проектирования здания необходимо рассчитать смету, передать данные в бухгалтерскую программу или произвести расчет каких-либо конструкций, программы должны быть взаимосвязаны. Такая интеграция позволит автоматизировать в едином информационном пространстве все стадии строительства и проектирования.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Для успешного решения производственных задач в области строительства объектов связи необходимо иметь не только базовые знания в области телекоммуникаций, но и обладать знаниями, характерными для специалистов строительной отрасли. В этом разделе будут обзорно рассмотрены некоторые вопросы организации строительства волоконно-оптических линий связи, которые, по мнению авторов, требуют внимания [2].

3.1. Планирование работ

Планирование является одним из важнейших составляющих организации работ [8]. Грамотно выполненное планирование – залог того, что работа будет выполнена в нужные сроки и с должным качеством. Результатом планирования, как правило, является план-график, в котором достаточно подробно отражены задачи, которые необходимо выполнить в рамках строительства объекта. Для каждой задачи указываются даты начала и завершения. Также план-график может содержать взаимосвязи между задачами (если таковые имеются), физический объем работ, трудоемкость работ, необходимые ресурсы и другие параметры. В последние годы в качестве инструмента для планирования широко применяются специализированные программные продукты (Microsoft Project, Clarizen, Мегаплан и др.), которые позволяют существенно упростить процесс планирования, за счет автоматизации многих процедур.

Исходными данными для планирования работ служат: утвержденная рабочая документация, договорные сроки строительства объекта, имеющиеся ресурсы, опыт реализации аналогичных объектов (если таковой имеется) и любые другие факторы, которые накладывают ограничения или могут оказывать влияние на сроки и качество работ.

Процесс планирования целесообразно начать с декомпозиции работ [8, 9], предусмотренных рабочей документацией, на меньшие по объему задачи. Задачи должны иметь конкретный, измеримый результат. Таким образом, реализация проекта строительства, сведется к выполнению всех этих задач. Степень детализации в данном случае должна быть такой, чтобы посредством контроля за выполнением задач, можно было эффективно управлять процессом строительства объекта. В некоторых источниках рекомендуется выделять задачи таким образом, чтобы удельная стоимость каждой из них находилась в пределах от 1 до 4 % от общего бюджета проекта. Однако не стоит относиться к этой рекомендации как к правилу, в каждом отдельном случае следует индивидуально определять степень де-

тализации задач. Отдельно и более подробно следует выделить задачи, сопряженные с высоким риском возникновения проблем при их выполнении.

В результате декомпозиции работ получится иерархическая структура работ (ИСР), состоящая из задач, которые для удобства могут быть объединены в группы и вехи. Группа задач создается, если требуется детализировать работы по какой-либо части проекта. Веха объединяет задачи, которые в совокупности составляют ключевой этап проекта. Пример иерархической структуры работ приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Пример иерархической структуры работ

Название записи	Тип записи
Устройство серверной	проект
1. Устройство системы охлаждения	веха
1.1. Монтаж оборудования системы охлаждения	группа задач
1.1.1. Монтаж наружного блока системы кондиционирования	задача
1.1.2. Прокладка трубопроводов системы охлаждения	задача
1.1.3. Монтаж внутреннего блока системы кондиционирования	задача
1.2. Проверка герметичности системы	задача
1.3. Заправка системы кондиционирования	задача
1.4. Пуско-наладка системы охлаждения	задача
2. Установка и подключение источников бесперебойного питания	веха
2.1. Установка батарей	задача
2.2. Установка шкафа управления	задача
2.3. Установка блока управления батареями	задача
2.4. Подключение оборудования	задача
3. Телекоммуникационный шкаф №1	веха
3.1. Установка шкафа №1	задача
3.2. Установка активного оборудования	задача
3.3. Терминирование медного кабеля в шкафу № 1	задача
3.4. Сварка и подключение оптического кабеля в шкафу № 1	задача
3.5. Тестирование кабельных линий	задача
4. Телекоммуникационный шкаф № 2	веха
4.1. Установка шкафа № 2	задача
4.2. Установка активного оборудования	задача
4.3. Терминирование медного кабеля в шкафу № 2	задача
4.4. Сварка и подключение оптического кабеля в шкафу № 2	задача
4.5. Тестирование кабельных линий	задача
5. Пуско-наладка серверной	веха
6. Сдача выполненных работ	веха

В получившейся иерархической структуре работ следует установить предусмотренную технологией последовательность выполнения задач.

Далее, на основе объемов работ, указанных в рабочей документации, для каждой задачи определяется трудоемкость. Для этого можно воспользоваться формулой (3.1)

$$P = \frac{v_1}{x_1} + \frac{v_2}{x_2} + \dots + \frac{v_n}{x_n}, \quad (3.1)$$

где P – трудоемкость задачи, состоящей из n видов работ (человеко-час);

x_n – производительность труда по каждому виду работ (шт/человеко-час, м/человеко-час, компл./человеко-час и т. д.);

v_n – физический объем по каждому виду работ (шт, м, компл. и т. д.).

Физический объем по каждому виду работ входящему в задачу, берется из рабочей документации. Производительность труда в данном случае – это физический объем работы выполняемый работником за единицу времени (в рассмотренном случае в качестве единицы времени указан час, однако могут использоваться и другие временные интервалы). Производительность труда по каждому виду работ может быть взята из нормативных документов, например, из последней версии Единых норм и расценок (ЕНиР), либо определена эмпирически на основе опыта работы на аналогичных объектах. Использование при планировании показателей трудоемкости определенных эмпирически, как правило, дает более точный результат.

После того как определена трудоемкость, определяется временной интервал, в течении которого планируется выполнить каждую из задач, а также ресурсы которые для этого потребуются (сотрудники, техника, инструмент, денежные средства и др.).

Важным элементом планирования является анализ возможных рисков, связанных с выполнением работ. На основе анализа возможных рисков разрабатывается программа предупреждающих мероприятий, реализация этих мероприятий направлена на снижение рисков в процессе строительства. Программа предупреждающих мероприятий может идти в качестве приложения к план-графику.

После того как план-график разработан, он проходит процедуру согласования с заинтересованными лицами (организации и руководители подразделений, которые планируется задействовать в выполнении работ). После прохождения согласования план-график утверждается. Утвержденный план-график доводится до непосредственных исполнителей работ.

3.2. Допуск к работам по строительству

Одной из первоочередных задач, с которой сталкиваются специалисты занимающиеся строительством объектов связи – оформление разрешительной документации, необходимой для начала строительства [1, 2]. Перечень документов, необходимых для начала строительства, может отличаться для различных проектов. Однако можно выделить ряд базовых документов, которые как правило требуются в большинстве случаев. Это: допуск саморегулируемой организации (СРО), разрешение на строительство, проект производства работ, акт-допуск. Рассмотрим их более подробно.

Организации и индивидуальные предприниматели, осуществляющие строительство в соответствии с действующим в Российской Федерации законодательством, должны иметь выданные саморегулируемой организацией свидетельства о допуске к видам работ, которые оказывают влияние на безопасность возводимого здания или сооружения. Большинство видов работ по строительству и монтажу сетей и сооружений связи относятся к работам, которые оказывают влияние на безопасность возводимого здания или сооружения, в связи с чем для их выполнения требуется свидетельство о допуске, выданное саморегулируемой организацией. По состоянию на текущий момент перечень видов работ, для выполнения которых требуется свидетельство о допуске, определяется приказом Министерства регионального развития РФ от 30 декабря 2009 г. N 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства». Специалисту, работающему в области проектирования и строительства сетей и сооружений связи, необходимо отслеживать возможные изменения в этом перечне.

Перед началом работ по строительству или реконструкции объектов капитального строительства, заказчик должен получить разрешение на строительство, однако на практике нередки случаи, когда эту обязанность заказчик перекладывает на исполнителя работ. Разрешение на строительство подтверждает соответствие проектной документации требованиям градостроительного плана земельного участка или проекту планировки территории и проекту межевания территории (в случае строительства ВОЛС) и дает застройщику право осуществлять строительство, реконструкцию объектов капитального строительства. Разрешение на строительство, как правило, выдается органом местного самоуправления по месту нахождения земельного участка. Более подробно ознакомиться с вопросами получения разрешения на строительство, можно в градостроительном кодексе [1].

Важную роль в процессе подготовки к строительству играет разработка проекта производства работ (ППР). ППР – это основной документ,

регламентирующий организацию строительных работ с учетом технологических правил, требований к охране труда, экологической безопасности и качеству работ.

Разработка ППР направлена на решение следующих основных задач:

- планирование необходимых ресурсов;
- координация участников строительства;
- взаимоувязка различных этапов строительства между собой;
- обеспечение надлежащего качества работ;
- обеспечение безопасности труда и охраны окружающей среды.

Проект производства работ разрабатывается организацией (либо индивидуальным предпринимателем), исполняющей строительные работы. ППР может разрабатываться в полном и в сокращенном объеме. В полном объеме он должен разрабатываться в следующих случаях:

- при любом строительстве на городской территории (например, строительство кабельной канализации, строительство ВОЛС в городской черте и т. д.);
- при любом строительстве на территории действующего предприятия;
- при строительстве в сложных природных и геологических условиях, а также при строительстве технически особо сложных объектов;
- по требованию органа, выдающего разрешение на строительство.

В остальных случаях ППР разрабатывается по решению лица, осуществляющего строительство в неполном объеме.

Проект производства работ в полном объеме включает в себя:

- календарный план производства работ по объекту;
- строительный генеральный план;
- график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- график движения рабочих кадров по объекту;
- график движения основных строительных машин по объекту;
- технологические карты на выполнение видов работ (определяют технологию выполнения работ);
- схемы размещения геодезических знаков, пояснительную записку.

В неполном объеме ППР включает:

- строительный генеральный план;
- технологические карты на выполнение отдельных видов работ (по согласованию с заказчиком);
- схемы размещения геодезических знаков;
- пояснительную записку.

Более подробно ознакомиться с требованиями к ППР можно в [2].

Для осуществления работ на территории действующих предприятий (например, на объектах ОАО «РЖД»), может также потребоваться Акт-допуск.

В этом документе указывается время допуска представителей организации, выполняющей работы, на территорию, указывается характер и объем работ, а также идентификатор (шифр, номер листа) проекта или чертежа, согласно которому должны производиться работы. Отдельно приводится перечень мероприятий, необходимых для безопасности проведения работ. Для оформления Акта-допуска может потребоваться наличие согласованного ППРа или иные дополнительные документы. Форма Акта-допуска может отличаться в зависимости от видов работ, допуск к которым осуществляется. Требования к документам, необходимым для оформления Акта-допуска, определяет организация, которая его выдает.

3.3. Производство строительного-монтажных работ

При выполнении строительного-монтажных работ следует руководствоваться действующим законодательством, проектной, рабочей и организационно-технологической документацией [2, 6]. Перед началом работ организация, выполняющая строительные-монтажные работы, назначает ответственного за производство работ (ОЗПР) из числа своих сотрудников.

К основным обязанностям ответственного за производство работ можно отнести:

- руководство хозяйственной и производственной деятельностью на объекте строительства;
- контроль сроков выполнения работ;
- контроль работ на предмет соответствия рабочей документации и действующих нормативных документов;
- контроль соблюдения технологической последовательности при выполнении работ;
- доведение проектных решений до непосредственных исполнителей работ;
- обеспечение сохранности материалов и контроль их расходования;
- учет выполненных работ;
- обеспечение соблюдения норм охраны труда и техники безопасности на объекте строительства;
- ведение необходимой производственной и исполнительной документации.

До начала работ требуется оградить строительную площадку и опасные зоны работ за ее пределами в соответствии с требованиями нормативных

документов (например, при прокладке кабеля в кабельной канализации следует оградить открытые колодцы кабельной канализации). Зачастую при строительстве линейных сооружений связи трасса прокладки кабеля пересекается с другими коммуникациями (газопроводы, нефтепроводы, водопроводы, кабели электроснабжения, кабели связи и т. д.). В этом случае при выполнении работ, связанных с вскрытием поверхности в местах расположения действующих подземных коммуникаций и сооружений, требуется учитывать правила, которые установлены организациями, эксплуатирующими эти коммуникации, кроме того, в соответствии с действующими правилами охраны подземных коммуникаций организация, выполняющая строительные-монтажные работы, должна не позже чем за три рабочих дня вызвать на место работ представителей организаций, эксплуатирующих действующие подземные коммуникации и сооружения, а при их отсутствии – представителей организаций, согласовавших проектную документацию. Прибывшим на место представителям эксплуатирующих организаций предъявляются проектная и рабочая документация и вынесенные на местность размеры намеченной выемки. Совместно с эксплуатирующей организацией на месте определяется фактическое положение действующих подземных коммуникаций и сооружений, после чего они наносятся на рабочие чертежи и обозначаются на местности. Представители эксплуатирующих организаций вручают лицу, осуществляющему строительство, предписания о мерах по обеспечению сохранности действующих подземных коммуникаций и сооружений и о необходимости вызова их для освидетельствования скрытых работ и на момент обратной засыпки выемок. В случае, если организации эксплуатирующие подземные коммуникации не явились и не уведомили об отсутствии эксплуатируемых ими коммуникаций на месте производства работ, им направляется повторное уведомление с одновременным уведомлением об этом органов местного самоуправления, которые принимают решение о дальнейших действиях в случае повторной неявки представителей указанных организаций. До принятия соответствующего решения приступать к работам нельзя.

Выполнение работ осуществляется в строгом соответствии с утвержденной в производство работ рабочей документацией. Любые отклонения от рабочей документации должны предварительно пройти процедуру согласования, и выпущены в виде дополнения (авторского надзора) к рабочей документации.

Организация (либо индивидуальный предприниматель), которая осуществляет строительство, должна вести исполнительную документацию. Исполнительная документация представляет собой текстовые и графические материалы, отражающие фактическое исполнение проектных решений и фактическое положение объектов капитального строительства и их

элементов в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства по мере завершения определенных в проектной документации работ (ссылка РД-11-02-2006). Выполненные работы принимаются заказчиком после проверки исполнительной документации. Требования к составлению и порядку ведения исполнительной документации устанавливаются Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и заказчиком.

3.4. Контроль сроков и качества выполняемых работ

Для успешной реализации проекта необходимо контролировать сроки и качество выполняемых работ [14]. Для обозначения действий, направленных на контроль сроков, в строительстве часто используется термин «мониторинг». В данном контексте под этим термином следует понимать непрерывный процесс наблюдения и регистрации выполнения работ по задачам, в сравнении с заданными сроками выполнения задач, указанными в план-графике. Периодичность сбора данных в рамках мониторинга должна быть такой, чтобы в случае отставания по каким-либо задачам, имелось достаточно времени для реализации мероприятий, направленных на устранение отставания.

Другой важной составляющей процесса строительства является контроль качества работ. Участники строительства – лицо, осуществляющее строительство, заказчик, проектировщик – должны осуществлять строительный контроль, предусмотренный законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности. Целью строительного контроля является оценка соответствия строительно-монтажных работ, возводимых конструкций и систем инженерно-технического обеспечения здания или сооружения требованиям технических регламентов, проектной и рабочей документации. Рассмотрим обязанности по строительному контролю участников строительства.

Лицо, осуществляющее строительство в рамках проводимого строительного контроля, выполняет:

- входной контроль проектной документации, предоставленной заказчиком;
- освидетельствование геодезической разбивочной основы объекта капитального строительства;
- входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования;
- операционный контроль в процессе выполнения и по завершении операций строительно-монтажных работ;

- освидетельствование выполненных работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ;
- освидетельствование ответственных строительных конструкций и участков систем инженерно-технического обеспечения;
- испытания и опробования технических устройств.

При входном контроле проектной документации осуществляется всесторонний анализ всей представленной проектной документации, включая ПОС и рабочую документацию, на предмет возможности реализации содержащихся в ней проектных решений. Также при входном контроле проверяется: комплектность документации, соответствие проектных осевых размеров и геодезической основы, наличие необходимых согласований и утверждений, наличие ссылок на нормативные документы на материалы и изделия, соответствие границ стройплощадки на стройгенплане установленным сервитутам, наличие требований к фактической точности контролируемых параметров, наличие указаний о методах контроля и измерений (в том числе, в виде ссылок на соответствующие нормативные документы). При обнаружении недостатков, документация возвращается на доработку на срок, указанный в договоре с заказчиком. Невыполнение или некачественное выполнение входного контроля проектной документации может негативно отразиться на качестве и сроках выполнения работ.

Освидетельствование геодезической разбивочной основы объекта капитального строительства в большей степени относится к строительству зданий, и достаточно редко имеет место при строительстве и монтаже объектов связи.

В ходе этого мероприятия устанавливается соответствие требованиям проектной и нормативной документации местоположения и размеров будущего объекта капитального строительства, вынесенных на местность в виде специальных знаков.

Входным контролем применяемых строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования проверяют соответствие показателей качества покупаемых (получаемых) материалов, изделий и оборудования требованиям стандартов, технических условий или технических свидетельств на них, указанных в проектной документации и (или) договоре подряда. При этом проверяются наличие и содержание сопроводительных документов поставщика (производителя), подтверждающих качество указанных материалов, изделий и оборудования. При необходимости могут выполняться контрольные измерения и испытания показателей качества, в частности, такие испытания обязательны при входном контроле волоконно-оптического кабеля. Методы и средства этих измерений и испытаний должны соответствовать требованиям национальных стандартов.

Результаты входного контроля должны быть документированы в журналах входного контроля и (или) лабораторных испытаний, другими словами, должны иметься документы (журнал входного контроля, журнал лабораторных испытаний), в которых отражены результаты входного контроля всех закупаемых либо получаемых для строительства материалов, изделий, конструкций и оборудования.

В случае, если у лица осуществляющего строительство отсутствуют необходимые для проведения контроля инструменты или специалисты (например, отсутствует прибор для измерения параметров кабеля или специалист умеющий им пользоваться), для выполнения необходимых процедур по контролю и испытаниям могут привлекаться сторонние специалисты и лаборатории, однако при этом следует проверить соответствие применяемых ими методов контроля и испытаний установленным национальными стандартами.

Материалы, изделия, оборудование, которые по результатам входного контроля признаны несоответствующими установленным требованиям, следует отделить от пригодных и промаркировать. Работы с применением этих материалов, изделий и оборудования следует приостановить. В соответствии с законодательством, из такой ситуации возможно три выхода:

- поставщик выполняет замену несоответствующих материалов, изделий, оборудования соответствующими;
- несоответствующие изделия дорабатываются;
- несоответствующие материалы, изделия могут быть применены после обязательного согласования с заказчиком, проектировщиком и органом государственного контроля (надзора) по его компетенции.

Операционным контролем лицо, осуществляющее строительство, проверяет:

- соответствие последовательности и состава выполняемых технологических операций технологической и нормативной документации, распространяющейся на данные технологические операции;
- соблюдение технологических режимов, установленных технологическими картами и регламентами;
- соответствие показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативной документации.

Места выполнения контрольных операций, их частота, исполнители, методы и средства измерений, формы записи результатов, порядок принятия решений при выявлении несоответствий установленным требованиям

должны соответствовать требованиям проектной, технологической и нормативной документации. Результаты операционного контроля должны быть документированы в журналах работ, форма и порядок ведения журналов работ определяется РД 11-05-2007.

По мере готовности работ и конструкций, показатели качества которых влияют на безопасность здания (сооружения), и если в соответствии с технологией строительства эти показатели не могут быть проконтролированы после выполнения последующих работ, лицо, осуществляющее строительство, не позднее чем за три рабочих дня извещает заказчика, представителей органов государственного контроля (надзора) и авторского надзора о сроках выполнения соответствующей процедуры оценки соответствия качества работ, которые будут скрыты после выполнения последующих работ (например, проверка соответствия требованиям глубины траншеи под прокладку кабеля). До устранения выявленных недостатков и оформления соответствующих актов выполнение последующих работ недопустимо (пока не будет подтверждено соответствие нормативам глубины кабельной траншеи, засыпка и укладка кабеля в ней осуществляться не должна). Эти акты являются важным элементом исполнительной документации. В случаях когда последующие работы должны начинаться после перерыва более чем в шесть месяцев с момента завершения поэтапной приемки, перед возобновлением работ эти процедуры следует выполнить повторно с оформлением соответствующих актов.

По завершению строительства ВОЛС либо завершению промежуточных участков, выполняются испытания смонтированных длин, в процессе этих испытаний устанавливается соответствие параметров построенного участка эксплуатационным требованиям. Эти испытания также оформляются соответствующими актами.

Строительный контроль заказчика в соответствии с действующим законодательством осуществляется в виде контроля и надзора заказчика за выполнением работ по договору строительного подряда. При этом контроль заказчика включает:

- проверку наличия у лица, осуществляющего строительство, документов о качестве (сертификатов в установленных случаях) на применяемые им материалы, изделия и оборудование, документированных результатов входного контроля и лабораторных испытаний;
- контроль соблюдения лицом, осуществляющим строительство, правил складирования и хранения применяемых материалов, изделий и оборудования; при выявлении нарушений этих правил представитель строительного контроля заказчика может запретить применение неправильно складированных и хранящихся материалов;

– контроль соответствия требованиям выполняемого лицом, осуществляющим строительство, операционного контроля;

– контроль наличия и правильности ведения лицом, осуществляющим строительство, исполнительной документации, в том числе оценку достоверности геодезических исполнительных схем выполненных конструкций с выборочным контролем точности положения элементов;

– контроль за устранением дефектов в проектной документации, выявленных в процессе строительства, документированный возврат дефектной документации проектировщику, контроль и документированная приемка исправленной документации, передача ее лицу, осуществляющему строительство;

– контроль исполнения лицом, осуществляющим строительство, предписаний органов государственного надзора и местного самоуправления;

– извещение органов государственного надзора обо всех случаях аварийного состояния на объекте строительства;

– оценку (совместно с лицом, осуществляющим строительство) соответствия выполненных работ, конструкций, участков инженерных сетей, подписание двухсторонних актов, подтверждающих соответствие;

– контроль выполнения лицом, осуществляющим строительство, требования о недопустимости выполнения последующих работ до подписания указанных актов;

– заключительную оценку (совместно с лицом, осуществляющим строительство) соответствия законченного строительством объекта требованиям законодательства, проектной и нормативной документации.

Таким образом, можно сделать вывод, что для выполнения обязанностей по строительному контролю проектов по строительству ВОЛС, заказчику необходимо иметь в штате, либо привлечь специалистов, обладающих необходимой квалификацией в области строительства ВОЛС.

За строительством опасных производственных объектов (какие производственные объекты относятся к опасным, определено в Федеральном законе Российской Федерации от 4 марта 2013 г. N 22-ФЗ), а также особо опасных, технически сложных и уникальных объектов осуществляется авторский надзор проектировщика (какие объекты относятся к особо опасным, технически сложным и уникальным, определено в Градостроительном кодексе РФ). В остальных случаях авторский надзор осуществляется по решению заказчика. Порядок осуществления и функции авторского надзора определяется в СП 11-110-99 «Авторский надзор за строительством зданий и сооружений». В процессе авторского надзора, контролируется соответствие решений, содержащихся в рабочей документации, выполняемым строительными-монтажными работам на объекте.

Государственный строительный надзор осуществляется в предусмотренных законодательством о градостроительной деятельности случаях в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности. Органы государственного строительного надзора выполняют оценку соответствия процесса строительства конкретного объекта по получении от заказчика извещения о начале строительных работ.

Документы, которые оформляются в процессе строительного контроля, прикладываются к исполнительной документации и являются свидетельством качества выполненных работ. Добросовестное выполнение строительного контроля позволяет на ранней стадии выявлять недостатки и устранять их с минимальными затратами.

3.5. Приемо-сдаточные измерения

В процессе строительства ВОЛС проводится комплекс измерений для определения состояния проложенных кабельных линий. Измеряемые параметры и характеристики, оформляются в виде паспортных данных, которые должны соответствовать действующим нормам ГОСТ и ТУ [11].

На этапе строительства ВОЛС в целях контроля качества строительства и связи измеряют затухание оптических волокон на строительных длинах и смонтированных участках регенерации; затухание, вносимое соединениями ОВ; уровни мощности оптического излучения на выходных, передающих и входных приемных оптоэлектронных модулях; коэффициент ошибок. При наличии в оптических кабелях металлических проводников производят измерения и испытания в соответствии с ТУ на кабель параметров электрических цепей, в частности измерение электрического сопротивления изоляции металлических элементов и наружной оболочки, испытания (изоляции между жилами, жилами и остальными металлическими элементами, металлической оболочкой и броней, броней и водой и т. п.) на постоянном или переменном токе повышенным напряжением.

С внедрением высокоскоростных когерентных ВОСП возникает потребность в измерении параметров, которые в настоящее время не контролируются. Поскольку характеристики и надежность ВОСП с высокоскоростной модуляцией сильно зависят от спектральных характеристик лазерных диодов, то возникает необходимость контроля качества оптических источников излучения. При этом измеряют ширину спектра, число мод, среднюю длину волны, ширину спектральной линии (для лазеров с распределенной обратной связью и лазеров с внешними резонаторами), длину волны, соответствующую максимуму излучаемой мощности, симметрию, коэффициент подавления боковых мод, стабильность длины волны, так на-

зываемый «чирп-эффект» – смещение или размывание спектра при высокоскоростной модуляции. Кроме того, для узкополосных лазеров нужно оценивать эффекты внешних резонаторов и проверять, происходит ли перескок генерации с моды на моду или деление мод. Измеряют импульсные характеристики модулированного сигнала, излучаемого источником: выброс на фронте импульса; время нарастания и спада импульса; коэффициент ослабления; длительность и гладкость импульса. При оценке качества фотоприемников измеряют рабочую полосу частот, чувствительность, уровень шума и темновой ток.

Для когерентных ВОСП, наряду с затуханием и дисперсией оптических волокон, важную роль играют поляризационные характеристики волокна. При использовании одномодовых однополяризационных световодов возникает потребность в их измерении. Для пассивных компонентов ВОЛС (ответвителей, аттенюаторов, фильтров, разъемов) приходится контролировать спектральные характеристики и затухание отражения. Последнее имеет большое значение, поскольку РОС лазеры и лазеры Фабри-Перо чувствительны к этому параметру.

Результаты измерений оформляются в виде соответствующих актов и прикладываются к комплекту исполнительной документации при сдаче объекта и, с одной стороны, являются свидетельством соответствия ВОЛС эксплуатационным требованиям, а с другой – служат исходными данными для контроля ухудшения параметров линии и выявления проблемных участков в процессе эксплуатации.

4. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОЛС

Оптические кабели прокладываются в грунтах всех категорий, кроме грунтов, подверженных мерзлотным деформациям. Прокладка ВОК в грунт осуществляется аналогично прокладке традиционных медно-жильных кабелей связи [4, 19, 35, 36].

Возможны два способа прокладки ОК в грунт: *ручной* (в ранее отрытую траншею) и *бестраншейный* (с помощью ножевых кабелеукладчиков). Основным, наиболее экономичным методом прокладки непосредственно в грунт, обеспечивающим наиболее высокую степень механизации и скорость, является прокладка кабелеукладчиком. Этот метод обычно используют на спрямленных и протяженных участках трассы при отсутствии частых пересечений с подземными коммуникациями.

Прокладку ОК бестраншейным способом, как и медно-жильных кабелей, осуществляют комплексные механизированные колонны, в состав которых входят строительные машины и механизмы общестроительного назначения (тракторы, бульдозеры, экскаваторы и др.), а также специальные машины и механизмы для прокладки кабеля (кабелеукладчики, тяговые лебедки, пропорщики грунта, машины для прокола грунта под препятствиями и др.).

4.1. Прокладка оптических кабелей непосредственно в грунт

Прокладка ВОК в грунт осуществляется при температуре окружающего воздуха не ниже -10°C . При более низких температурах (но не ниже -30°C) кабель необходимо выдержать в течение двух суток в отапливаемом помещении и обеспечить его прогрев непосредственно перед прокладкой [10, 13]. Глубина прокладки определяется в каждом конкретном случае в соответствии с проектом, но не должна быть меньше 1,2 м. Обязательным условием является наличие в конструкции кабеля бронепокровов, что обеспечивает необходимые значения раздавливающих усилий.

Одной из особенностей строительства ВОЛС является обязательный контроль параметров ОК на каждом этапе прокладки, в том числе входной контроль, контроль после прокладки строительной длины, контроль после монтажа муфт (кроссово – распределительных устройств) и т. д.

Прокладка ВОК непосредственно в грунт характеризуется определенными требованиями к конструкции самого ВОК. Прежде всего это наличие бронепокровов того или иного вида, необходимых для защиты сердечника

ВОК от различного рода механических повреждений при давлении грунта. Непосредственно в грунт укладываются ВОК, имеющие ленточную броню (рис. 4.1, б) или броню из стальных проволок (рис. 4.1, а).

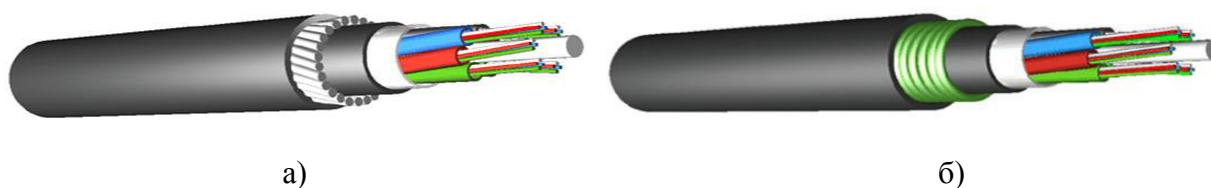


Рис. 4.1. Конструкции бронированных ВОК для прокладки непосредственно в грунт:
а) кабель типа ОКЛ; б) кабель типа ОКБ

Другой особенностью строительства ВОЛС является то, что при прокладке ОК необходимо постоянно контролировать усилие тяжения кабеля.

Перед прокладкой ВОК обязательной является планировка трассы бульдозером. Подъемы и уклоны трассы не должны превышать 30° . Затем грунт предварительно прорезают (пропарывают) кабельным ножом или же с применением специального рыхлителя грунта (пропорщика). Пропорка в тяжелых и каменистых грунтах производится за несколько проходов, до полной глубины трассы. Цель предварительной пропорки – обнаружение скрытых препятствий, которые могли бы повредить кабель. Затем с помощью ножевого кабелеукладчика в грунте прорезается узкая щель, и кабель укладывается на ее дно на заданную глубину залегания (0,9–1,2 м).

С этого момента на кабель начинают действовать механические нагрузки. Так, на пути от барабана до выхода из кабеленаправляющей cassette он подвергается воздействию продольного растяжения, поперечного сжатия и изгиба, а в случаях применения вибрационных кабелеукладчиков – вибрационному воздействию. В зависимости от рельефа местности и характера грунтов, конструкции и технического состояния кабелеукладчиков, а также режимов его работы, механические нагрузки на кабель могут изменяться в широких пределах.

Прокладка ВОК ведется без увеличения или снижения скорости. Нельзя превышать допустимое усилие тяжения кабеля, а допустимый радиус изгиба ВОК при повороте трассы должен оставаться в пределах допустимого для конкретной конструкции ВОК. Выглубление и заглубление ножа кабелеукладчика производится только в предварительно отрытом котловане, размер которого должен быть больше максимальной ширины ножа.

Прокладка ВОК с помощью кабелеукладчика предусматривает обеспечение плавного прохода кабеля через cassette кабельного ножа с соблюдением допустимого радиуса его изгиба, а также нормируемой глубины прокладки. Выше уровня прокладки ВОК на 10–15 см рекомендуется

прокладывать сигнальную ленту, а на поворотах трассы и участках пересечений с подземными сооружениями – устанавливать электронные маркеры.

В местах стыка строительных длин ВОК предусматривается технологический запас длины (не менее 6 м), обеспечивающий последующий монтаж строительных длин ВОК в специально оснащенной монтажной автомашине. По окончании монтажа смонтированную муфту и технологический запас, свернутый в бухту с допустимым радиусом изгиба, укладывают в предварительно установленный защитный пластмассовый контейнер – малогабаритный пункт доступа.

Машины и механизмы для механизированной прокладки кабелей производятся отечественными и зарубежными компаниями. Следует отметить, что отечественное оборудование в большей степени приспособлено к тяжелым условиям кабельных трасс в России и заметно дешевле импортного.

В России для прокладки различных кабелей связи вне населенных пунктов в грунтах соответствующих категорий ранее применялись вибрационные кабелеукладчики КНВ-1 и КНВ-2 производства Опытного механического завода «Межгорсвязьстрой» [29]. В 1955 г. ЗАО «Межгорсвязьстрой» были разработаны и внедрены в производство кабелеукладчики



Рис. 4.2. Кабелеукладочный комплекс КНВ-1К

КВГ-1 и КВГ-2, которые, в отличие от КНВ, где вибратор приводится в движение с помощью гидравлического привода, обеспечивающего снижение необходимого тягового усилия примерно вдвое. Тяговой машиной является трактор Т-170МБГ или специально оборудованный бульдозер (рис. 4.2). Кабелеукладчики КВГ по своим техническим возможностям не уступают зарубежным аналогам.

Основные технические характеристики кабелеукладчиков и пропорщиков грунта, выпускаемых ЗАО «Межгорсвязьстрой» (г. Москва), приведены в табл. 4.1.

Скорость прокладки ВОК непосредственно в грунт в сильной степени зависит от типа грунта и в среднем составляет 1,0–1,5 км за смену.

При прокладке ОК кабелеукладчиком желательно применение соответствующих технических средств непрерывного контроля, сигнализирующих о достижении пороговых значений тяговых и ограничивающих режимы нагружения кабеля с остановкой процесса прокладки. Кроме того, прокладку кабеля рекомендуется выполнять под постоянным оптическим контролем. Контроль осуществляется по результатам измерения затухания ОВ кабеля с помощью оптического тестера, оптического рефректметра или других аналогичных средств измерения.

Таблица 4.1

Технические характеристики механизмов для прокладки ВОК непосредственно в грунт

Технические характеристики	Ед. изм.	Тип кабелеукладчика КВГ-1/КВГ-2	Тип пропорщика РВГ-1
Категория разрабатываемого грунта	–	1...4	1...4
Глубина прокладки кабеля или пропорки грунта	мм	до 1500	до 1500
Диаметр прокладываемого кабеля	мм	до 80	–
Диаметр прокладываемых ЗПТ	мм	32, 40, 50, 63	–
Скорость прокладки кабеля или пропорки грунта	км/ч	0,4...1,5	0,5...1,5
Диаметр размещаемых барабанов	мм	2250 (2 шт.) или 2500 (1 шт.)	–
Полная масса барабанов	кг	4000	–
Величина смещения рабочего органа	мм	1140	–
Ширина прокладываемой сигнальной ленты	мм	до 75	–
Ширина габаритная (в сборе с навесным оборудованием)	мм	3760	3154
Глубина преодолеваемого брода	м	1,1	1,1
Базовый трактор	–	Т-170, Т-170Б	–

Факторы, которые определяют надежность построенной таким способом ВОЛС, обусловлены качеством выполнения всех строительных работ в соответствии с техническими требованиями и правилами строительства.

4.2. Прокладка ВОК в отрытую траншею

Прокладка ВОК в траншею (рис. 4.3) выполняется при пересечениях с подземными коммуникациями или другими препятствиями. Траншеи разрабатываются траншеекопателями, цепными или одноковшовыми экскаваторами, а при небольших объемах работ и в стесненных условиях – вручную.

Производственные процессы при прокладке кабеля в отрытую траншею, с одной стороны, являются трудоемкими и малопродуктивными, а с другой – легко контролируемые в ходе строительно-монтажных работ. При прокладке ВОК в отрытую траншею максимальное внимание должно быть уделено ограничению минимального радиуса изгиба ОК [28].



Рис. 4.3. Прокладка ВОК в отрытую траншею

Качество прокладки ОК во многом зависит от подготовки для него грунтовой или песчаной постели и, соответственно, его засыпки. Поэтому перед прокладкой ВОК в отрытую траншею дно ее должно быть очищено от камней, строительного мусора и других предметов, которые могут повредить кабель после засыпки траншеи. Для выравнивания дна траншеи делается подсыпка из рыхлого грунта или песка толщиной 5–10 см.

Размотка кабеля при прокладке его в отрытую траншею, как правило, осуществляется с помощью механизмов. Если позволяют условия трассы, для этой цели используют барабан, установленный в специально оборудованном кузове автомашины или на кабельном транспорте, передвигающемся по трассе вдоль траншеи. Кабель опускается сразу в траншею или на ее бровку. Скорость движения автомашины не должна превышать 1 км/ч.



Рис. 4.4. Ручная прокладка ОК в траншею

В случае если условия местности не позволяют использовать технику, прокладка производится с выноской вручную всей строительной длины кабеля, который укладывается вдоль траншеи, а затем опускается в нее (рис. 4.4).

По окончании укладки ВОК в траншею предварительно насыпают слой песка или рыхлого грунта толщиной 10–15 см (без включения камней), укладывают сигнальную ленту и окончательно засыпают траншею вынутым грунтом, который затем уплотняют. После прокладки кабеля в траншею производят фиксацию его трассы в технической документации.

4.3. Прокладка ВОК в кабельную канализацию

ВОК в кабельной канализации прокладывают преимущественно в населенных пунктах для строительства сетей FTТх и реализации технологий PON, при этом используется имеющаяся инфраструктура городской кабельной канализации [2, 19].

При прокладке ВОК на городских участках сети, как правило, используется имеющаяся инфраструктура или укладываются дополнительные каналы. Трасса прокладки и типы используемых для прокладки подземных сооружений определяются проектом, при этом, из соображений пожарной безопасности ВОК, прокладываемые в коллекторы и туннели должны иметь оболочку из материала, не распространяющего горение.

Прокладка ВОК (рис. 4.5) обычно производится в отдельный канал кабельной канализации или же, с целью более эффективного использования канала, в него предварительно прокладывают до 4 полиэтиленовых труб диаметром 32 мм, каждая из которых затем применяется для прокладки в нее отдельного кабеля.



Рис. 4.5. Прокладка ВОК в кабельную канализацию

Для прокладки в кабельной канализации, учитывая вероятность повреждения кабеля грызунами, лучше использовать ВОК с броней из стальной гофрированной ленты или в виде оплетки [36].

Прокладку ВОК в кабельной канализации проводят как ручным, так и механизированным способом с использованием типовых механизмов и приспособлений. Принципиальным требованием, ограничивающим применение техники затяжки, является недопустимость превышения порога растягивающего усилия вводимого кабеля. Чтобы выполнить это требование, необходимо предопределить силу сопротивления на затягиваемом участке трассы. Для этого необходимо учесть все факторы, оказывающие основное влияние на нарастание тягового усилия. К таким факторам можно

отнести: массу и жесткость вводимого кабеля, трение между кабелем и внутренней поверхностью канала, искривления и повороты трассы, место расположения изгибов по трассе и др.

Наиболее широко используемым методом является затягивание кабеля с помощью специализированных тяговых лебедок, снабженных устройством ограничения тягового усилия.

При прокладке необходимо следить, чтобы механические воздействия на кабель, в первую очередь усилия растяжения и сжатия, климатические условия (предельная температура прокладки не должна быть ниже -10°C), допустимые радиусы изгиба кабеля, соответствовали требованиям технических условий на прокладываемый кабель. Растягивающее усилие зависит от массы вводимого кабеля, коэффициента трения между ВОК и внутренней поверхностью канала, длины кабеля (L) и характера трассы кабельной канализации.

Увеличение длины прокладываемого кабеля возможно за счет увеличения допустимого тягового усилия, уменьшения коэффициента трения и применения тяговой системы с распределением тягового усилия. Допустимое тяговое усилие определяется в основном выбором типа кабеля. Меры же по снижению коэффициента трения в основном сводятся к использованию механизма вращения барабана и тягового каната (троса), а также применению пластмассовых трубок.

Для затягивания ВОК большими длинами (более 1 км), а также на сложных участках трассы со множеством поворотов применяется вариант организации работ, когда вся длина кабеля затягивается ступенями с образованием и последовательной выборкой петель с целью разделения продольной нагрузки.

При большой строительной длине вводимого кабеля, не позволяющей



Рис. 4.6. Устройство укладки ВОК типа «Figaro»

технически произвести затяжку кабеля в одном направлении, рекомендуется применять технологию прокладки в обе стороны. Для этого барабан с кабелем устанавливается у колодца, находящегося примерно середине участка трассы. Сначала половина длины ВОК прокладывается в одном направлении трассы. Оставшаяся длина сматывается с барабана на поверхность грунта в виде «восьмерок» (рис. 4.5) или на специальное перемоточное приспособление типа «Figaro» (рис. 4.6). Затем прокладка кабеля продолжается в другую половину участка кабельной канализации.

Приспособление выполнено в виде металлической корзины диаметром 2,25 м, оборудованной двумя роликовыми дорожками. В зависимости от диаметра ОК вмещает до 10 км ОК. Для транспортировки приспособление частично разбирается, а корзина складывается

Наиболее эффективным способом затягивания больших длин ВОК в канализацию является каскадный метод, при котором распределение тягового усилия по длине кабеля достигается с помощью нескольких последовательно установленных на промежуточных пунктах, синхронно работающих специальных тяговых лебедок. ОК в этом случае прокладывается непосредственно с барабана в одну сторону. Максимальная нагрузка на кабель определяется расстоянием между промежуточными пунктами.

К лебедке, используемой для промежуточного тяжения кабеля, предъявляются определенные требования, а именно:

- тяговое усилие должно быть меньше допустимого растягивающего усилия в характеристиках кабеля;
- давление на кабель не должно превышать допустимые раздавливающие усилия;
- лебедка должна быть компактной и легкой.

Следует отметить, что при проведении подобных работ необходимо хорошее согласование концевой и промежуточных лебедок.

Для предотвращения повреждения ВОК и получения требуемого радиуса изгиба на входе и выходе канала кабельной канализации, а также в угловых колодцах применяется специальное оборудование, включающее направляющие устройства и обеспечивающее плавный поворот прокладываемого кабеля. Это позволяет существенно снизить коэффициент трения и тяговое усилие. Для предотвращения осевого закручивания ВОК при тяжении предусматриваются компенсаторы кручения.

Механические нагрузки на кабель в процессе его прокладки в канализации во многом определяются случайными факторами. Поэтому при прокладке ВОК обязательным является использование устройств, обеспечивающих измерение и ограничение силы натяжения, фактически действующей в кабеле. Измерение тягового усилия производится либо в начале кабеля, либо на лебедке, поскольку именно в этих точках сила натяжения, действующая на кабель, максимальна.

Перед прокладкой ВОК в телефонную канализацию производится заготовка канала. Смысл этой предварительной операции заключается в проходе канала специальным устройством для заготовки канала (УЗК). УЗК представляет собой прут с наконечником (лидером), с помощью которого он проталкивается через канал. На другой стороне канала наконечник-лидер меняется на тяговое ухо, к которому крепится конец прокладываемого ВОК,

после чего УЗК вытягивается из канала обратно. Прокладка кабеля с помощью УЗК используется лишь в тех случаях, когда для этого требуются незначительные усилия.

Выбор УЗК достаточно широк и определяется характеристиками заготавливаемого канала, а также длиной заготавливаемого участка и наличием в нем других кабелей. Основные характеристики УЗК зависят от использованного в нем прутка (материала, сечения, длины, защитного покрытия).

Гибкие УЗК гораздо удобнее, так как облегчают работу и позволяют заготавливать не только прямые каналы, но и каналы с изгибами.

Для гибких УЗК применяется чрезвычайно широкий спектр материалов:

- обычная металлическая проволока (диаметр до 3 мм);
- лента (сечение 3–10 мм²) или трос специального плетения (диаметр 3–6 мм);
- стеклопластиковый прут (диаметр 4–15 мм), наиболее эффективен при наличии на трассе большого числа пролетов.

Заготовку каналов кабельной канализации осуществляют также и механизированным способом – с помощью пневмопроходчика, к концу которого крепится трос лебедки. Пневмопроходчик рекомендуется применять на пролетах от 80 до 150 м и только для заготовки чистых свободных каналов и трубопроводов из полиэтиленовых трубок.

Перед затяжкой ОК в кабелепроводы кабель оконцовывают надежным способом, не вызывающим повреждения кабеля и поверхности канала. В зависимости от конструкции оптического кабеля рекомендуется применять следующие заделки:

- кабельные наконечники – для кабелей с металлическим центральным элементом;
- кабельные чулки – для всех кабелей, допускающих тяжение только за оболочку.

Типоразмеры кабельных наконечников и чулков должны соответствовать диаметрам затягиваемых кабелей.

Для прокладки ВОК в канализации используются следующие основные устройства и приспособления:

- лебедка универсальная для заготовки каналов, прокладки полиэтиленовых трубок и затягивания кабеля;
- устройство для размотки кабеля с барабанов;
- комплект направляющих устройств и раскаточных роликов;
- чулок кабельный ЧСК-12К с наконечником, чулок кабельный ЧСК-12 и наконечник НКС для тяжения кабеля за центральный элемент и полиэтиленовую оболочку ВОК (рис. 4.7);
- компенсатор кручения (вертлюг) для исключения осевого скручивания прокладываемого кабеля (рис. 4.8). Крепится между тяговым фалом и ОК.



Рис. 4.7. Чулок кабельный с наконечником



Рис. 4.8. Вертлюг

Качество выполнения работ по прокладке ВОК в телефонной канализации существенно зависит от лебедки, с помощью которой затягиваются кабели.

К лебедке с приводом предъявляются следующие требования:

- лебедка должна иметь динамометр и регистратор натяжения кабеля;
- должна иметь возможность плавного регулирования скорости протяжения кабеля в пределах от 0 до 30 м/мин;
- лебедка должна быть оборудована ограничителем натяжения кабеля, который автоматически отключает привод при достижении определенного заранее заданного усилия.

На рис. 4.9 показана кабельная лебедка, обеспечивающая контроль натяжения ВОК в процессе его прокладки в телефонной канализации. Скорость затяжки ВОК с использованием лебедок, оснащенных устройствами контроля тягового усилия, регулируется в диапазоне 0–30 м/мин.



Рис. 4.9. Ручная кабельная лебедка для затяжки ВОК

В конечных колодцах должен быть оставлен технологический запас длины ВОК, достаточный для выполнения монтажа муфт. Сам монтаж муфт выполняется в специализированной автомашине с последующим креплением муфты и технологического запаса длины ВОК внутри колодца кабельной канализации.

При прокладке ВОК в кабельной канализации следует учитывать следующие факторы:

- поворот трассы на угол 90° эквивалентен увеличению длины прямолинейного участка на 200 м;
- радиус изгиба ВОК при прокладке не должен быть менее 20 наружных диаметров;
- не допускается превышение величины тягового усилия, нормируемого для конкретного ВОК;

- во избежание повреждения пластмассовых каналов кабельной канализации применяют синтетический тяговый фал;
- не допускается заталкивать ВОК в изгиб канала кабельной канализации;
- барабан с ВОК при прокладке должен равномерно вращаться приводом или вручную, но ни в коем случае тягой прокладываемого ВОК.

Прокладка ОК в кабельной канализации ведется как традиционным методом протаскивания, так и более современным методом задувки. Указанный метод может использоваться для прокладки ОК как непосредственно в телефонном канале, так и в полиэтиленовых трубках, предварительно заложенных в канал. Сначала протаскиваются полиэтиленовые трубки, а уже в них прокладывается ОК. Такой вариант обычно применяется в тех случаях, когда канал уже занят другим кабелем, и непосредственная прокладка может привести к заклиниванию ОК.

В заключение следует отметить, что перед прокладкой ВОК в кабельной канализации производится проверка на проходимость ее каналов и, если требуется, ремонт каналов, а также ремонт и дооснащение кабельных колодцев.

4.4. Прокладка оптических кабелей в защитных пластмассовых трубках

По мере широкого распространения на сетях оптических кабелей связи различного назначения в последние годы в технологии строительства протяженных кабельных линий в России произошли существенные изменения. На смену традиционным методам их прокладки – в каналах кабельной канализации, непосредственно в грунт, подвеске на опорах ЛЭП, контактной сети или специальных опорах – пришли новые, более совершенные и технологичные методы, ускоряющие строительство, повышающие качество и надежность их работы [19, 20]. Одним из таких методов является прокладка ВОК в предварительно проложенную в земле по трассе кабеля пластмассовую трубку потоком сжатого воздуха, разработанная фирмой Plumettaz S.A. (Швейцария).

Прокладка ОК в предварительно проложенных защитных пластмассовых трубках (ЗПТ) осуществляется методом пневмопрокладки с использованием специального оборудования. Это позволяет осуществлять прокладку ВОК без проведения земляных работ и практически вне зависимости от времени года. Кроме того использование защитных пластмассовых трубок позволяет использовать легкие небронированные ВОК, строительная длина которых достигает 6 км и более. Этот способ весьма эффективен при прокладке магистральных и зонавых ВОЛС.

Назначение и основные характеристики ЗПТ

Использование ЗПТ для строительства ВОЛС имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами прокладки кабеля, и в частности, прокладки в грунт бронированных кабелей:

- ЗПТ выполняет функцию механической защиты ОК, благодаря чему может быть применен кабель без бронепокровов, что удешевляет стоимость строительства;

- прокладка ЗПТ проводится с помощью тех же средств, что и прокладка кабеля, при этом повреждения ВОК при проведении земляных работ исключаются;

- одновременно можно прокладывать несколько ЗПТ, что позволяет без повторного проведения земляных работ провести реконструкцию или развитие сети в данном направлении;

- в случае, если ВОК поврежден или перестал удовлетворять потребностям, он может быть извлечен из ЗПТ и заменен другим, возможность быстрой замены строительной длины ВОК сокращает время аварийно-восстановительных работ;

- ЗПТ позволяет прокладывать большие строительные длины ОК, что приводит к уменьшению количества муфт и снижению потерь в сростках.

Применение ЗПТ при сооружении ВОЛС позволяет, однократно выполнив прокладку нескольких каналов ЗПТ, затем эффективно ее использовать, проводя последующую прокладку ВОК в резервные каналы ЗПТ или же производя по мере необходимости замену ВОК без необходимости проведения земляных работ.

ЗПТ представляет собой трубку с наружным диаметром 25–63 мм из полиэтилена высокой плотности с толщиной стенки 3–5 мм и антифрикционным покрытием на внутренней поверхности, обеспечивающим снижение коэффициента трения примерно в два раза по сравнению с поверхностью из обычных композиций полиэтилена. ЗПТ выпускаются намотанными на барабаны или в бухты длиной от 600 до 4000 м.

Защитные пластмассовые трубы прокладываются в грунте, через водные преграды, в трубы и блоки кабельной канализации, по мостам и эстакадам традиционными методами (в открытые траншеи, механизированным способом с использованием плуга, затяжкой в трубы, методом горизонтально-направленного бурения). Прокладывают ЗПТ обычно бестраншейным способом или в подготовленную траншею при температуре окружающей среды от –10 до +50 С. Срок службы ЗПТ, проложенных в грунт составляет порядка 50 лет.

За рубежом выпуском ЗПТ занимаются фирмы: Duraline (США), Rehau (ФРГ), Sitel (Чехия), Tamagua (Япония) и др. Основными производи-

телями ЗПТ в России являются: «Пластком» (Санкт-Петербург), «МГСС – Тверьтрубпласт» (Тверь), НПО «Стройполимер» (Москва), «Воронеж-пласт» (Воронеж).

Защитные полиэтиленовые трубы изготавливаются в соответствии с техническими условиями ТУ 5296–003-27459005-2003 «Защитные пластмассовые трубы для линейных сооружений связи», главным образом из полиэтилена высокой плотности минимальной длительной прочностью MRS 6,3 (ПЭ63) и твердой смазкой на гладкой внутренней поверхности трубы. При изготовлении ЗПТ могут использоваться также полимерные композиции на основе полиэтилена с минимальной длительной прочностью MRS 8,0 (ПЭ80) или MRS 10,0 МПа (ПЭ100).

Основные характеристики ЗПТ:

- коэффициент трения между полиэтиленовой оболочкой кабеля и внутренней поверхностью ЗПТ (с твердой смазкой) – не более 0,1;
- стойкость к удару с энергией 132 Дж – удар груза массой 9 кг с высоты 1,5 м;
- минимальный статический радиус изгиба – не более 10 номинальных наружных диаметров ЗПТ;
- стойкость к кратковременному воздействию (в течение одного часа) горячей воды и пара с температурой +110° С. Усадка после термического воздействия – не более 2 %;
- температурный диапазон эксплуатации – от –60° С до +60° С;
- температурный диапазон прокладки ЗПТ – от –17° С до +50° С;
- срок службы ЗПТ – не менее 50 лет.

В табл. 4.2 приведены конструктивные параметры ЗПТ, а технические характеристики ЗПТ НПО «Стройполимер» (Москва) в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Технические характеристики ЗПТ

Типоразмер ЗПТ	Долговременная растягивающая нагрузка, кН	Кратковременная растягивающая нагрузка, кН	Устойчивость на смятие, МПа	Избыточное внутреннее давление, МПа
25/2,3	1,2	2,0	1,5	1,5
32/2,5	1,9	3,2	1,3	2,0
32/3,0	2,2	3,8	2,1	
40/3,0	2,8	4,9	1,1	
40/3,5	3,2	5,6	1,3	
50/4,0	4,6	8,1	1,4	
50/4,5	5,1	9,0	2,0	
50/6,5	7,7	12,4	7,4	
50/8,5	8,9	15,5	18,8	
63/4,0	5,9	10,4	0,7	
63/5,0	7,3	12,8	1,4	
110/6,3	16,4	13,0	0,5	
110/10,0	25,1	19,8	1,0	

Таблица 4.2

Основные типоразмеры ЗПТ

Типоразмер ЗПТ	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Расчетная погонная масса, кг/км	Номинальная строительная длина, м	Внутренний диаметр бухты, мм	Условия прокладки
25/2,3	25,0	2,3	170	4000	600	В грунте, через водные преграды, в трубах, блоках, лотках кабельной канализации, по мостам и эстакадам
32/3,0	32,0	3,0	280	3000	900	
40/3,5	40,0	3,5	412	2000	900	
50/4,5	50,0	4,5	656	1000	1000	
63/5,0	63,0	5,0	924	700	1200	
75/4,3	75,0	4,3	981	300	1800	
110/6,3	110,0	6,3	2089	в прямых отрезках		
110/10,0	110,0	10,0	3158			
32/2,5	32,0	2,5	241	3000	900	В трубах, блоках и лотках кабельной канализации
40/3,0	40,0	3,0	358	2000	900	
50/4,0	50,0	4,0	589	1000	1000	
63/4,0	63,0	4,0	691	700	1500	
75/3,6	75,0	3,6	831	300	1800	
ЗПТ для прокладки методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ)						
50/6,5	50,0	6,5	888	1000	1000	
Применение: при пересечении автомобильных и железных дорог, через водные преграды строительными длинами до 300 м						
50/8,5	50,0	8,5	1108	1000	1000	
Применение: при пересечении автомобильных и железных дорог, в сложных грунтах, через водные преграды, строительными длинами до 1000 м и глубине залегания до 10 м						
63/5,8	63,0	5,8	1060	700	1200	В грунте, через водные преграды

Примечание: по согласованию с Потребителем изготавливаются ЗПТ других типоразмеров.

4.5. Прокладка ЗПТ

Технология строительства ВОЛС с использованием ЗПТ включает два этапа. На первом этапе прокладывают пакет ЗПТ из нескольких штук, на втором этапе выполняют пневмопрокладку в ЗПТ кабелей.

Прокладка ЗПТ проходит по обычной технологии прокладки кабелей связи ручным способом в предварительно разработанную траншею или с применением кабелеукладочной техники. Прокладывают только ЗПТ, прошедшие входной контроль герметичности [19, 20].

При выборе типоразмера прокладываемой ЗПТ следует исходить из обеспечения задувки ВОК на расстояние до 3 км с применением одной установки пневмопрокладки. Соотношение диаметров ЗПТ и ВОК, отвечающих этому требованию, обеспечивается при диаметре ВОК, равном 0,3–0,5 внутреннего диаметра ЗПТ. При прокладке коротких участков (длиной до 500 м) диаметр ВОК может составлять до 0,7–0,75 внутреннего диаметра ЗПТ.

Количество ЗПТ в пакете определяется проектом. При планируемом интенсивном развитии сетей различного уровня на проектируемом направлении, а также в интересах различных операторов предусматривается от 2 до 4 и более дополнительных ЗПТ. Кроме того на каждом участке проектируемой ВОЛС предусматривается наличие в пакете не менее одной резервной ЗПТ.

Пакет ЗПТ прокладывается преимущественно механизированным способом с использованием кабелеукладочной техники или траншекопателей. При пакетной траншейной прокладке обеспечивают упорядоченное расположение ЗПТ по вертикали и горизонтали на всем протяжении участка прокладки между пунктами доступа. При прокладке кабелеукладчиком по горизонтали располагают не более двух ЗПТ в целях обеспечения возможности доступа к любой ЗПТ в ходе эксплуатации. На городских участках прокладывают ЗПТ только в свободных каналах кабельной канализации или же строят отдельную кабельную канализацию из ЗПТ.

Глубина прокладки ЗПТ определяется в каждом конкретном случае проектом. Проектная глубина прокладки ЗПТ в грунтах 1–4 групп должна составлять не менее 1,2 м. Глубина прокладки ЗПТ в полотне автодороги составляет от 0,7 до 1,2 м и в обязательном порядке согласовывается с владельцем автодороги. Глубина прокладки ЗПТ не должна отклоняться от принятой в проекте величины в меньшую сторону более, чем на 10 см.

На пересечениях с автомобильными и железными дорогами ЗПТ прокладывают в асбоцементные или металлические трубы. На участках трассы, сооружаемых методом горизонтально-направленного бурения, ЗПТ укладывают в предварительно проложенную трубу большого диаметра.

На пересечениях трассы с нефтепроводами, газопроводами и т. д. условия прокладки ЗПТ согласовываются с владельцами соответствующих подземных сооружений. Поверх ЗПТ прокладывается сигнальная лента, а трасса прокладки ЗПТ маркируется электронными маркерами, устанавливаемыми в местах стыка строительных длин ЗПТ, пересечений с подземными коммуникациями, на углах поворота трассы и пунктов доступа. Пункты доступа устанавливаются на стыках строительных длин и предназначаются для ввода в них ЗПТ, размещения оптических муфт и технологических запасов длин ВОК. Технологический запас длины ВОК должен составлять не менее 6,0 м.

Тип пункта доступа (малогабаритный герметичный или негерметичный, колодец кабельной канализации и др.) определяется, исходя из количества ЗПТ и водонасыщенности грунта. Если при строительстве ВОЛС прокладывается более четырех ЗПТ, установка пунктов доступа производится через 2–3 км, с целью обеспечения подключения к ЗПТ технологического оборудования пневмопрокладки. В этих пунктах доступа предусматривается дополнительный запас строительной длины ОК величиной не менее 40 м.

Концы отдельных строительных длин ЗПТ в процессе прокладки трубки герметично соединяются друг с другом при помощи специальных соединительных муфт. Причем эти муфты имеют небольшой диаметр и проходят через кассету кабелеукладчика, что значительно упрощает процесс и сокращает время укладки трубки в грунт.

Следует отметить, что в процессе проектирования ВОЛС, при проведении изыскательных работ для выбора трассы ее строительства, целесообразно прорабатывать вариант прокладки ЗПТ в обочину автодорог. Прокладка ЗПТ в обочину существующих автодорог существенно снижает затраты на отвод земель, на преодоление подземных коммуникаций, на обслуживание трассы и др.

Кроме того, прокладка ЗПТ в обочину автодорог позволяет значительно сократить строительные расходы на сооружение линий связи, обеспечить минимальные эксплуатационные расходы, а также сократить продолжительность проведения аварийно-восстановительных работ.

4.6. Технологии прокладки ВОК в ЗПТ

Прокладка ОК в предварительно проложенную ЗПТ находит широкое применение. К достоинствам этой технологии прокладки ОК можно отнести:

- применение облегченных конструкций ОК строительными длинами 4–6 км, т. е. менее материалоемких, а следовательно, более дешевых;

- повышение надежности ВОЛС за счет защитных свойств трубы от механических воздействий на ОК;
- сокращение сроков строительства благодаря возможности прокладки труб в подготовительный период на стесненных участках трасс и в населенных пунктах, где нельзя применить кабелеукладчик;
- уменьшение трудозатрат и времени устранения повреждений ОК в процессе эксплуатации ВОЛС.

Прокладка оптического кабеля в ЗПТ осуществляется как ручным, так и механизированным способом.

Ручная затяжка ОК в ЗПТ используется на коротких участках, например, при пересечении дорог, трубопроводов или других подобных сооружений. В зависимости от типа кабеля и конфигурации трассы могут применяться следующие схемы ручной прокладки оптического кабеля в ЗПТ:

- простым заталкиванием кабеля в трубку через короткие пролеты кабельной канализации, если кабель обладает достаточной жесткостью;
- вводом стеклопрутка с наружным диаметром 11 мм и длиной до 150 м, который поставляется к месту работы на специальной вращающейся кассете УЗК-11. После ввода стеклопрутка в канал, к его хвостовику прикрепляется кабель и затягивается в ЗПТ вытягиванием прутка вручную.

Для снижения сил сопротивления и предотвращения повреждений тягового троса, соединительных элементов и кабеля на трассе прокладки в кабельной канализации используются специальные устройства (гибкая направляющая труба, люкоогибные ролики, разрезные вводные воронки). Сам процесс затягивания оптического кабеля вручную должен проводиться ритмично, без рывков.

При прокладке ВОК на небольшие расстояния используется в основном способ с применением ручных лебедок. Кабель затягивается лебедкой с помощью тягового троса (фала). Операции затяжки предшествует процесс заготовки каналов тяговым тросом. В большинстве случаев трос прокладывают с помощью плотно пригнанной по размерам трубки тележки (поводка), которая приводится в движение сжатым воздухом. Иногда трос заранее прокладывается в трубке. Перед затяжкой ВОК оконцовывают кабельным наконечником или кабельным чулком. Принципиальным требованием, ограничивающим применение техники затяжки, является недопустимость превышения порога растягивающего усилия ОК.

Основное влияние на тяговое усилие затяжки оказывают:

- масса вводимого ОК;
- трение между ОК и внутренней поверхностью ЗПТ;
- искривления и повороты трассы;
- вертикальные перепады в рельефе местности и общий уклон трассы;

- жесткость ОК;
- местоположение изгибов ЗПТ.

Для прокладки ВОК применяют специализированные тяговые лебедки, в частности, производства фирм «Lander» и «Thaler» (ФРГ), которые обеспечивают контроль величины тягового усилия ВОК и отключение привода лебедки в случае превышения заданного предела.

При прокладке ВОК в ЗПТ на небольшие протяженности (в основном, до 2 км) используется поршневой метод пневмопрокладки, основанный на комбинированной системе двух сил затяжки – силы, создаваемой давлением сжатого воздуха на поршень (парашют), прикрепленный к ОК, и силы заталкивания, развиваемой кабелевводным устройством. Система пневмопрокладки, оснащенная измерительным блоком, позволяет точно определять и регулировать величины обеих сил, прикладываемых к ОК.

При пневмопрокладке ОК поршневым методом рекомендуется придерживаться следующих технических правил:

- поршень (парашют) должен быть несколько меньше, чем диаметр ЗПТ, в этом случае исключаются потери на его трение о стенки ЗПТ, а большая скорость воздушного потока, чем скорость движения ОК, создает дополнительную тяговую силу;
- между поршнем и ОК целесообразно встраивать радиозонд для определения места непредвиденного застревания кабеля;
- оконцевание кабеля должно выполняться с помощью кабельного наконечника либо кабельного чулка.

Такой метод пневмопрокладки обеспечивается устройством PKR-60 производства фирмы «Lancier» (Германия), а также аналогичным по техническим характеристикам, но меньшим по габаритам и массе, устройством Fibercat.

Устройство PKR-60 представляет собой портативную переносную установку массой около 60 кг. Корпус устройства собран из алюминиевых профилей. Внутри корпуса размещены: впускная пневмокамера, два гусеничных транспортера (тяжителя) с приводным пневмодвигателем, панель управления пневмосистемой и измерительный блок. Верхняя гусеница подвижная, и пневматикой поджимается к нижней для создания необходимого усилия в процессе заталкивания кабеля. В целях устранения повреждения кабеля тяговые звенья транспортеров имеют резиновые подушки.

Впускная пневмокамера выполнена из двух половинок, образующих тоннельный канал для укладки конца трубки и пропуска кабеля.

Измерительный блок регистрирует длину вводимого кабеля и индуктирует скорость задувки. К блоку может быть подключено измерительное устройство для контроля тягового усилия.

Кабелепротяжный механизм устройства РКР-60 выполняет следующие функции: воспринимает силы, выталкивающие кабель из трубки сжатым воздухом, подает толкающим усилием кабель в трубку и в отдельных случаях разматывает кабель с барабана.

Для работы кабелевводного устройства РКР-60 используется компрессор с выходными параметрами:

- производительность – 5–10 м³/мин;
- максимальное давление – 1,4 МПа (14 кг/см²);
- температура воздуха на выходе – не более 50 °С.

При поршневом методе пневмопрокладки следует сопоставлять допускаемую растягивающую нагрузку ВОК с величиной тягового усилия, развиваемого поршнем. Для этого система пневмопрокладки оснащается измерительным блоком, позволяющим точно определять и регулировать величины обеих сил, прикладываемых к ВОК.

Тяговое усилие рассчитывается по формуле:

$$P_T = 0,1(S_{\text{кан}} - S_{\text{каб}}) \times (P_{\text{комп}} - 1), \quad (4.1)$$

где P_T – тяговое усилие, кН; $S_{\text{кан}}$ – площадь канала ЗПТ, см²; $S_{\text{каб}}$ – площадь сечения вводимого кабеля, см²; $P_{\text{комп}}$ – максимальное давление компрессора, МПа.

Тяговое усилие не должно превышать допустимую нагрузку на кабель.

Например, при вводе ОК диаметром 14 мм в ЗПТ диаметром 33 мм сила затягивания при давлении в 1,0 МПа по результатам расчета будет равна 0,716 кН. Следовательно, выбранный для прокладки в ЗПТ кабель должен допускать эту растягивающую безопасную нагрузку.

При поршневой пневмопрокладке протяженных строительных длин ВОК используется каскадный метод, который предусматривает использование промежуточных тяговых устройств Cable-Booster, устанавливаемых в разрыв ЗПТ. Каждое такое промежуточное тяговое устройство имеет привод от отдельного компрессора.

Беспоршневой метод пневмопрокладки ВОК основан на принципе поддержания вводимого ВОК во взвешенном (динамическом) состоянии при продвижении его в ЗПТ за счет интенсивного (турбулентного) воздушного потока и дополнительного ввода жидкости, обеспечивая его взвешенное состояние. Взвешенное состояние ВОК существенным образом снижает его контакт с поверхностью ЗПТ и тем самым уменьшает коэффициент трения. Кабель в ЗПТ подается механическим устройством, удерживающим его в начале канала и обеспечивающим:

- удержание кабеля в начале канала, когда выталкивающая сила больше заталкивающей;

- дополнительную силу затягивания, увеличивающую общую длину прокладки;
 - герметизацию системы ввода кабеля под воздушным давлением.
- Беспоршневой метод прокладки ВОК обеспечивает:
- равномерное распределение усилия на ОК;
 - отсутствие перегрузок на ОК при вынужденной остановке и последующем запуске процесса прокладки;
 - возможность прокладки ОК на длину до 3 км и больше одним устройством (в зависимости от условий прокладки, размеров и характеристик ОК и ЗПТ, а также от температуры);
 - прокладка строительной длины ОК до 6 км (при каскадном включении установок пневмопрокладки);
 - скорость прокладки ОК до 90 м/мин;
 - отсутствие необходимости концевой заделки ОК тяговыми устройствами;
 - единый технологический процесс удаления из канала старого ОК без повреждений, и замена его новым ОК.

Оборудование для пневмопрокладки ВОК в ЗПТ беспоршневым методом со скоростью до 60 м/мин выпускается фирмой Plumettaz SA (Швейцария) под торговой маркой Cablejet и Superjet (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Устройство Cablejet CJS 19,
для задувки ВОК d9-19 мм

Оборудование Cablejet предназначается для прокладки ОК диаметром от 9 до 17 мм, а Superjet для ОК диаметром от 15 до 32 мм. Устройства весьма компактны. Так, чистая масса Cablejet составляет 20 кг, а Superjet 33 кг, габариты 520 ^320^250 мм (Cablejet) и 870^350^220 мм (Superjet).

Кабелевводное устройство Cablejet/Superjet выполнено в виде портативной (переносной) установки, размещенной в алюминиевом ящике. Оснащено пневморегулирующей аппаратурой и измерительными приборами, регистрирующими скорость и длину пневмопрокладки ВОК. Каждое кабелевводное устройство имеет привод от компрессора соответствующей мощности и производительности. Установка для прокладки обслуживается одним оператором.

При каскадном включении установок прокладки (рис. 4.11) перед каждым вводом ВОК в последующее устройство Cablejet/Superjet организуется технологический запас кабеля в виде полупетли, позволяющей синхронизировать (регулировать) скорость его подачи в последующий пролет пневмопрокладки при изменении скорости подачи ВОК от предыдущей установки Cablejet/Superjet. Диаметр полупетли не должен быть меньше допустимого диаметра изгиба ВОК.

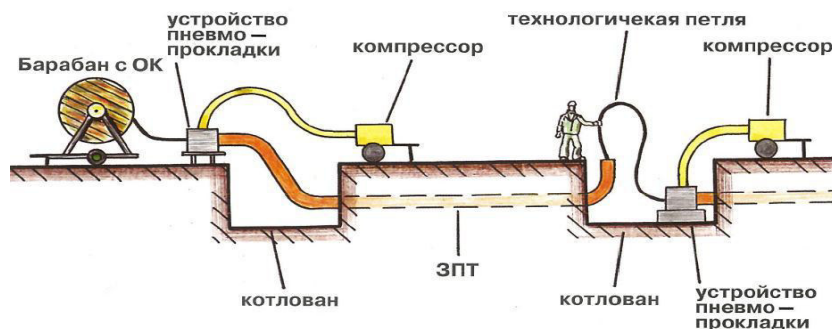


Рис. 4.11. Каскадное включение установок

Учитывая, что ЗПТ обеспечивает эффективную механическую защиту и защиту от грызунов прокладываемого в нее ВОК, к кабелям не предъявляются высокие требования по механическим характеристикам. Поэтому для прокладки в ЗПТ целесообразно использовать недорогие легкие (небронированные), в том числе диэлектрические кабели.

Для прокладки в ЗПТ следует предусматривать ОК номинальной строительной длины 4–6 км, плюс 40 м (технологический запас длины ОК). Масса ОК, прокладываемого в ЗПТ, не должна превышать 300 кг/км, а допустимое растягивающее усилие ОК должно быть не менее 1 кН.

Технология прокладки ОК в ЗПТ получила свое дальнейшее развитие с созданием миниатюрных ОК (диаметром несколько миллиметров), пневмопрокладка которых обеспечивается в микротрубки диаметром от 7 до 12 мм. Данная технология предназначена для прокладки миниатюрных ОК на городских, локальных и внутриобъектовых сетях связи. При этом предварительно осуществляется ввод микротрубок в ЗПТ, а затем, по мере необходимости в них, производится пневмопрокладка миниатюрных ОК. Оборудование для пневмопрокладки в микротрубки аналогично аппарату-

ре для прокладки обычных ОК в ЗПТ. Отличие лишь в том, что используются менее мощные компрессоры и малогабаритные устройства подачи кабелей типа Microjet.

4.7. Организация переходов через различные преграды

На участках пересечения с автомобильными и железными дорогами, а также различного рода другими подземными коммуникациями ВОК укладывают в защитные трубы, прокладываемые преимущественно горизонтально направленным бурением.

Одним из основных способов для организации таких кабельных переходов является метод горизонтально направленного бурения (ГНБ) [10, 19]. Реально это выглядит достаточно сложно и требует специальных решений по размещению оборудования и его обслуживанию (рис. 4.12), но достоинства неоспоримы. Метод горизонтально-направленного бурения является альтернативой традиционному траншейному методу и позволяет преодолевать преграды без нарушения режима их функционирования. При определении экономической выгоды не правомерно простое сравнение с ориентировочной стоимостью траншейного метода. Технология горизонтально направленного бурения не является дешевой, хотя денежные и, особенно, временные затраты значительно экономятся на стадии строительства, основная экономия от применения метода лежит в долгосрочной перспективе.



Рис. 4.12. Оборудование для ГНБ

Метод горизонтально направленного бурения применяется в большинстве случаев при прокладке ВОК через крупные овраги, судоходные реки и многочисленные подземные коммуникации. Этим методом с высокой точностью выполняются скрытые переходы на глубине до 30 м и длиной до 1,5 км.

Установка горизонтально направленного бурения по траектории бурит предварительную (пилотную) скважину, с большой точностью выходящую в заданную точку на другой



Рис. 4.13. Выход трубы из скважины

стороне препятствия. Затем, за один или несколько этапов расширяют скважину до требуемого диаметра, одновременно в скважину, с помощью бурового раствора, формирующего канал и выполняющего роль смазки, затягивают отдельные трубы или пучки труб, используемые в качестве каналов кабельной канализации на участке перехода (рис. 4.13).

Прокладка труб под препятствиями, как правило, проводится до начала прокладки кабеля в районе

пересечения. При этом необходимо отдавать предпочтение таким способам, при которых не требуется разрезать ОК. При подходе кабелеукладчика к подземному препятствию ОК сматывают с барабана. Кабелеукладчик перемещают за препятствие, опускают нож в котлован, заправляют предварительно протянутый под препятствием ОК в кассету и продолжают прокладку. В целях сокращения трудоемкости работ рекомендуется в местах пересечения использовать укороченные строительные длины ОК.

Прокладка ОК через водную преграду предусматривает сооружение двух участков перехода (створов), разнесенных друг от друга на расстояние порядка 300 м. При наличии моста на участке организации речного перехода нижний створ ОК прокладывается по мосту. На береговых участках ОК речного перехода соединяются муфтовым соединением с ОК, проложенным в грунт. Сама муфта и технологические запасы длин ОК располагаются внутри пункта доступа.

Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации, N 190-ФЗ.
2. Свод правил СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства».
3. Семенов, А. Б. Структурированные кабельные системы. Стандарты, компоненты, проектирование, монтаж и техническая эксплуатация / А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. – М. : КомпьютерПресс, 2009. – 488 с.
4. Описание кабелей : <http://evrolane.ru/category/sks/>
5. Некрасов, С. Е. Системы дистанционного мониторинга оптических кабелей / С. Е. Некрасов. – Технологии и средства связи, 2010. – № 5. – С. 28–32.
6. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше. – М. : 2012 – 268 с.
7. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и перспективы / под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова. – М. : ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005. – 576 с.
8. Шмалько, А. В. Планирование и построение современных цифровых корпоративных сетей связи / А. В. Шмалько. – Вестник связи. – 2011. – № 34. – С. 58–65.
9. Шмалько, А. В. ВОЛС на воздушных линиях электропередачи / А. В. Шмалько, Н. К. Сабинин. – ВКСС. Connect! – 2010. – № 25. – С. 50–62.
10. Никитин, Б. К. Современные технологии проектирования, строительства и эксплуатации направляющих систем электросвязи : учеб. пособие для вузов / Б. К. Никитин, Л. Н. Кочановский ; – СПбГУТ. – 2011.
11. Глаголев, С. Ф. Передаточные характеристики оптических волокон : учеб. пособие для вузов / С. Ф. Глаголев, В. С. Иванов, Л. Н. Кочановский ; СПбГУТ, 2005.
12. Глаголев, С. Ф. Оптимизация линий связи первичных сетей : учеб. пособие для вузов / С. Ф. Глаголев, Б. К. Никитин ; СПбГУТ, 2005.
13. Конструкция, прокладка, соединение и защита оптических кабелей связи // Рекомендации МСЭ-Т, Женева, 1994.
14. Иванов, А. Б. Волоконная оптика : Компоненты, системы передачи, измерения / А. Б. Иванов. – М. : Компания Сайрус Системс, 1999.
15. Петренко, И. И. Пассивные оптические сети PON. Часть 1. Архитектура и стандарты / И. И. Петренко, Р. Р. Убайдуллаев // Lightwave Russian Edition. 2004.
16. Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Радио и связь, 2000. – 468 с.
17. www.magistral-skn.ru/Oshibki_pri_sozdanii_VOLS_Kolosov_A_N
18. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей. Министерство связи Российской Федерации, 1996.
19. «Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи», М., 2005. Разработано ОАО «ССКТБ-ТОМАСС».

20. *Носков, Б. Д.* Строительство волоконно-оптических линий с прокладкой кабелей в пластмассовых трубопроводах / Б. Д. Носков. – Автоматика, телемеханика и связь, 1997.
21. www.compdoc.ru Волокно на весу 2 / Виктор Каток, Алексей Ковтун, Игорь Руденко.
22. *Гаскевич, Е. Б.* Навивная технология. Экономичное строительство загородных ВОЛС по ЛЭП / Е. Б. Гаскевич // Connect! – 2004. – №7. – С.64–66.
23. *Слепов, Н.* Особенности современной технологии WDM / Н. Слепов // Электроника: НТВ. – 2004. – № 6. – С. 68–76.
24. ITU-T G.694.2. Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid (6.02).
25. *Hinderthur, H.* WDM hybrid transmission based on CWDM plus DWDM / H. Hinderthur, L. Friedric // Lightwave Europe. – 2003. – July. – P. 9–12.
26. ITU-T G.692. Optical interfaces for multi-channel systems with optical amplifiers (10.98, Corr. 1,2-6.02).
27. *Bautista, J.* Untangling the wavelength Web : Separating DWDM Channels with Interleaves / J. Bautista, B. Shine // Photonics Spectra. February, 2001. – P. 90–92.
28. *Слепов, Н. Н.* Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Слепов. 2-е испр. изд. – М. : Радио и связь, 2003.
29. *Слепов, Н. Н.* Фотонно-кристаллическое волокно-уже реальность / Н. Слепов // Электроника : НТВ. – 2004. – № 5. – С. 80–84.
30. *Borella, A.* Wavelength Division Multiple Access Optical Networks / A. Borella, G. Cancelleri, F. Chiaraluce. – Artech House. Boston-London. 1998.
31. CWDM Technology and Applications. White Paper WP011, CIENA Corporation, 2004. – P. 1–9.
32. *Слепов, Н. Н.* Особенности, проблемы и перспективы разреженных систем WDM (CWDM) / Н. Слепов // Электроника: НТВ. – 2004. – № 7.
33. *Мельникова, Н. Ф.* Эволюция рекомендаций МСЭ-Т по показателям ошибок цифровых каналов и трактов / Н. Ф. Мельникова // Электроника: НТВ. – 2004. – № 7.
34. *Веденеева, Наталья.* Как «Северо-Западный Телеком» PON строит / Н. Веденеева. 25.11.2009
35. Волоконно-оптические системы с солитонной передачей : <http://www.siblec.ru>
36. *Никитин, Б. К.* Современные технологии строительства и эксплуатации ВОЛС : учеб. пособие для вузов / Б. К. Никитин, Г. М. Смирнов, С. Ф. Глаголев ; СПбГУТ, 2012.
37. <http://chelex.ru/catalog/kabel/>
38. <http://izmer-ls.ru/maop.html>
39. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 0,4–35, СО 153-34.48.519-2002, М. – 2004.

**В. С. Иванов
Б. К. Никитин
Р. Я. Пирмагомедов**

**СТРОИТЕЛЬСТВО ВОЛС
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ОРГАНИЗАЦИЯ**

ЧАСТЬ 1

Учебное пособие

Редактор Л. К. Паршина

Компьютерная верстка Н. А. Ефремовой

План издания 2015 г., п. 38

Подписано к печати 30.09.2015

Объем 4,5 усл.-печ. л. Тираж 30 экз. Заказ 594

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ
191186 СПб., наб. р. Мойки, 61

Отпечатано в СПбГУТ