ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60793-1-22— 2012

Волокна оптические

Часть 1-22

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ

IEC 60793-1-22:2001
Optical fibres — Part 1-22: Measurement methods and test procedures — Length measurement
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (ОАО «ВНИИКП») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 46 «Кабельные изделия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 сентября 2012 г. № 341-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60793-1-22:2001 «Волокна оптические. Часть 1-22. Методы измерений и проведение испытаний. Измерение длины» (IEC 60793-1-22:2001 «Optical fibres — Part 1-22: Measurement methods and test procedures — Length measurement»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Обзор методов 1
3.1 Метод A. Измерение задержки 2
3.2 Метод B. Обратное рассеяние 2
3.3 Метод C. Удлинение волокна 2
3.4 Метод D. Механическое измерение длины 2
3.5 Метод E. Фазовый сдвиг 2
3.6 Эталонный метод испытаний 2
4 Оборудование 2
5 Отбор и подготовка образцов 3
6 Проведение испытаний 3
7 Расчеты 3
8 Результаты 3
9 Информация, указываемая в подробной спецификации на волокно/кабель 3
Приложение A (обязательное) Требования, относящиеся к методу A. Измерение задержки 4
Приложение B (обязательное) Требования, относящиеся к методу B. Обратное рассеяние 7
Приложение C (обязательное) Требования, относящиеся к методу C. Удлинение волокна 12
Приложение D (обязательное) Требования, относящиеся к методу D. Механическое измерение длины 15
Приложение E (обязательное) Требования, относящиеся к методу E. Фазовый сдвиг 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 20

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Волокна оптические

Часть 1-22

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ

Optical fibres. Part 1-22. Measurement methods and test procedures. Length measurement

Дата введения — 2013—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает единые требования к измерению длины и удлинения оптического волокна (обычно в составе кабеля).

Длина оптического волокна (далее — волокно) является одним из самых фундаментальных значений и должна быть известна для оценки характеристик передачи, таких как потери и ширина полосы частот.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты[1)]:

МЭК 60793-1-40 Волокна оптические. Часть 1-40. Методы измерений и проведение испытаний. Затухание (МЭК 60793-1-40, Optical fibres — Part 1-40: Measuremant methods and test procedures — Attenuation)

МЭК 60793-1-42 Волокна оптические. Часть 1-42. Методы измерений и проведение испытаний. Хроматическая дисперсия (МЭК 60793-1-42, Optical fibres — Part 1-42: Measurement methods and test procedures — Chromatic dispersion)

МЭК 60794-1-1 Кабели оптические. Часть 1-1. Общие технические требования. Общие положения (МЭК 60794-1-1, Optical fibre cables — Part 1-1: Generic specification — Genera)

3 Обзор методов

В настоящем стандарте приведены пять методов измерения длины, которые указаны в таблице 1.

Таблица 1 — Методы измерений

Метод	Характеристика	Тип волокна	Предшествующее обозначение
A Измерение задержки	Длина	Все A1 и все B	МЭК 60793-1-A6
B Обратное рассеяние	Длина	Все A1 и все B	МЭК 60793-1-C1C
C Удлинение волокна[a)]	Удлинение волокна	A1 и B1[b)]	МЭК 60793-1-A7

1) *Следует применять последние издания указанных стандартов, включая все последующие изменения.*

Издание официальное

Окончание таблицы 1

Метод	Характеристика	Тип волокна	Предшествующее обозначение
D Механическое измерение длины	Длина	Все	МЭК 60793-1-A5
E Фазовый сдвиг	Длина	Все A1 и все B	МЭК 60793-1-A8

[a] Измерение удлинения волокна, метод C, является частью нескольких методов измерения для волокон и оптических кабелей, таких как в МЭК 60794-1-1.

[b] Это измерение может применяться во всех случаях к одномодовым волокнам класса B. На многомодовые волокна категории A1 следует обращать особое внимание, интерпретируя результаты, потому что на результаты этого измерения могут влиять модальные эффекты от помех, например, благодаря встречающимся неосевым (непродольным) напряжениям в волокне. Применение измерения к многомодовым волокнам категории A2 — A4 обсуждается.

Информация, общая для всех измерений, содержится в разделах 2—8. Информация об особенностях применения содержится в приложениях A, B, C, D и E для методов A, B, C, D и E соответственно.

3.1 Метод A. Измерение задержки

Данный метод применяется для измерений длины волокна путем измерения времени прохождения оптического импульса или последовательности импульсов на основе известного значения группового показателя преломления волокна.

С другой стороны, этот метод можно применять для измерения группового показателя преломления волокна известной длины. Таким образом, на практике этот метод измерения длины волокна применяют при известной длине волокна такого же типа.

3.2 Метод B. Обратное рассеяние

Данный метод, являющийся односторонним измерением, использует оптический рефлектометр во временной области (ОРВО) и измеряет обратное рассеяние мощности оптического излучения от разных точек в волокне к началу волокна.

3.3 Метод C. Удлинение волокна

Данный метод предусматривает процедуру определения удлинения волокна. При этом не измеряется абсолютное растяжение, но вместо этого измеряются изменения в растяжении от одного условия нагрузки к другому.

3.4 Метод D. Механическое измерение длины

Данный метод предусматривает процедуру определения длины волокна при его прохождении вокруг вращающегося калиброванного колеса с фиксированным диаметром. Длину определяют по числу оборотов колеса.

3.5 Метод E. Фазовый сдвиг

Данный метод описывает процедуру определения длины волокна. Длину определяют по фазовому сдвигу, который возникает, когда устанавливают предопределенную частоту модуляции f_{max}.

3.6 Эталонный метод испытаний

Эталонный метод испытаний (ЭМИ), который должен использоваться при разрешении спорных вопросов, изменяется в зависимости от того, находится ли волокно в составе кабеля:

- волокно вне кабеля: метод D;
- длина волокна внутри кабеля: метод B;
- удлинение волокна внутри кабеля: метод C;
- удлинение волокна вне кабеля: метод C.

4 Оборудование

В приложениях A, B, C, D и E приведены схематичные изображения и другие требования к оборудованию для каждого из методов A, B, C, D и E соответственно.

5 Отбор и подготовка образцов

Особые требования указаны в соответствующих приложениях A, B, C, D или E. Общие требования указаны ниже.

Подготавливают плоскую торцевую поверхность, перпендикулярную оси волокна, на входных и выходных концах каждого образца для измерений, основанных на измерениях задержки сигнала в волокне.

6 Проведение испытаний

См. соответствующее приложение A, B, C, D или E для выполнения особых требований.

7 Расчеты

См. соответствующее приложение A, B, C, D или E для выполнения особых требований.

8 Результаты

По каждому измерению должна предоставляться следующая информация:

- дата и наименование измерения;
- идентификация и описание образца, включая информацию о том, находится ли волокно в составе кабеля;
- длина образца или удлинение;
- использованный метод измерения A, B, C, D или E;
- другие результаты, как требуется в соответствующем приложении A, B, C, D или E.

По требованию должна предоставляться следующая информация:

- описание схемы измерительного оборудования;
- тип и длина волны источника излучения;
- условия возбуждения;
- подробности метода расчета;
- дата последней калибровки оборудования.

См. приложения A, B, C, D или E по любой дополнительной информации, которая должна предоставляться по требованию.

9 Информация, указываемая в подробной спецификации на волокно/кабель

Подробная спецификация на волокно/кабель должна содержать следующую информацию:

- тип измеряемого волокна (или кабеля);
- критерии отбраковки или приемки;
- информация, содержащаяся в отчете;
- отклонения от применяемого порядка проведения испытания.

Приложение А
(обязательное)

Требования, относящиеся к методу А. Измерение задержки

А.1 Общие сведения

Этот метод используют для измерения длины самого оптического волокна или волокна, установленного в кабеле. Если образец является волокном в кабеле, определяют значение группового показателя преломления N в условиях, в которых должен находиться образец при измерении (например, степень напряжения, температура). Это делается преобразованием уравнения (А.1) и измерениями на образце с известной длиной.

А.2 Принцип расчета

Время задержки прохождения оптического импульса Δt по оптическому волокну длиной L, имеющему средний групповой показатель преломления N, вычисляют по формуле

$$\Delta t = \frac{NL}{c}, \qquad (А.1)$$

где Δt — время задержки;

N — средний групповой показатель преломления;

C — скорость света в вакууме.

Если известно значение N, то при определении Δt можно получить L. С другой стороны, если известно значение L, то при определении Δt можно получить N.

А.3 Оборудование

А.3.1 Два способа

Существуют два способа измерения времени распространения оптического импульса.

- измерение времени задержки прохождения импульса Δt;
- измерение времени задержки отраженного импульса $2\Delta t$.

На рисунках А.1 и А.2 представлены две различные схемы, соответствующие двум методам, с применением осциллографа с импульсной модуляцией.

Вместо осциллографа с импульсной модуляцией может быть использовано оборудование, применяемое при обратном рассеянии, или счетчик с отдельным переключателем пуск/остановка и усредняющей способностью (например, минимум 10^4 одиночных импульсов).

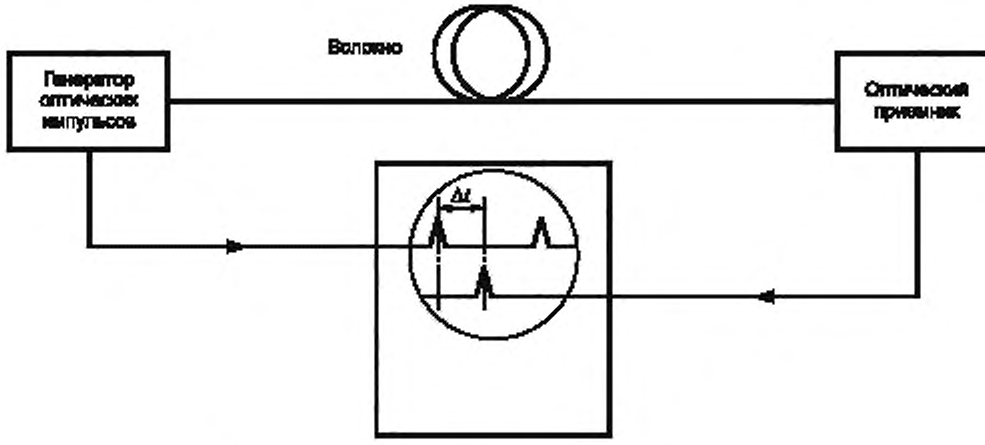


Рисунок А.1 — Измерение времени задержки прохождения оптического импульса

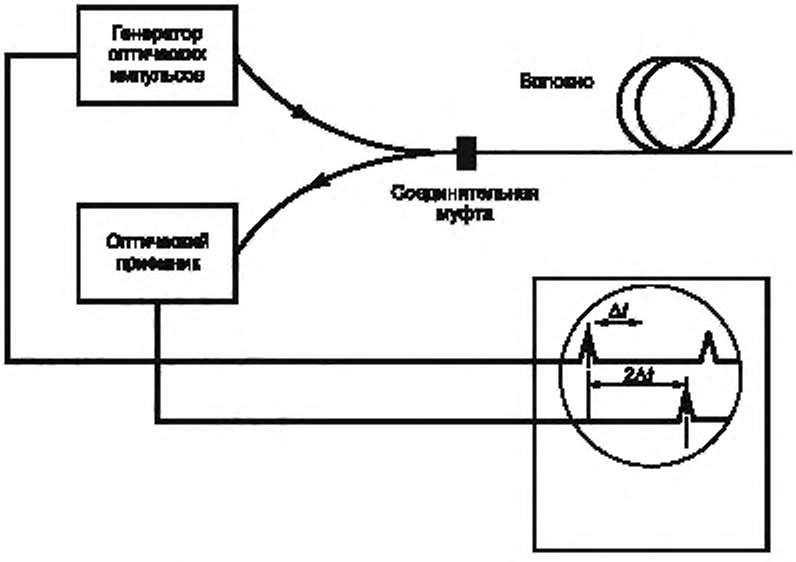


Рисунок А.2 — Измерение времени задержки отраженного импульса

А.3.2 Оптический источник

А.3.2.1 Измерение с помощью стробоскопического осциллографа

Генератор оптических импульсов должен представлять собой лазерный диод большой мощности, возбуждаемый серией импульсов генератора с настраиваемой частотой и шириной. Длина волны и ширина спектра должны быть зафиксированы.

А.3.2.2 Измерение с помощью счетчика или оборудования, применяемого при обратном рассеянии

Генератор оптических импульсов должен представлять собой лазерный диод большой мощности, возбуждаемый серией импульсов генератора с настраиваемой шириной. Промежуток времени между двумя импульсами должен быть больше, чем время распространения переданного (Δt, со счетчиком) или отраженного импульса ($2\Delta t$, с оборудованием, применяемым при обратном рассеянии). Длина волны и ширина спектра лазерного диода должны быть зафиксированы.

А.3.3 Детектор оптических импульсов

В качестве приемника используют высокоскоростной лавинный фотодиод. Чувствительность детектора оптических импульсов должна быть адекватна измеряемой длине волны, а полоса частот — достаточно широкой для того, чтобы избежать искажений импульсов.

А.4 Проведение измерений

А.4.1 Калибрование

Определяют время задержки импульса между источником излучения и вводом в волокно (время задержки самого измерительного прибора).

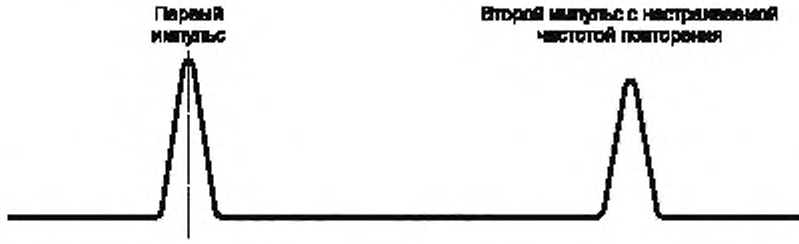
А.4.2 Среднее значение группового показателя преломления

Определение Δt на отрезке волокна известной длины позволяет получить среднее значение показателя преломления N оптического волокна.

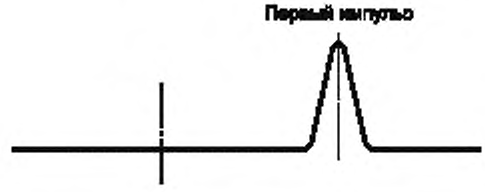
А.4.3 Измерение длины волокна

Измерение длины заключается в определении временного интервала, значение которого отражается на экране осциллографа или представлено в виде показаний электронного счетчика.

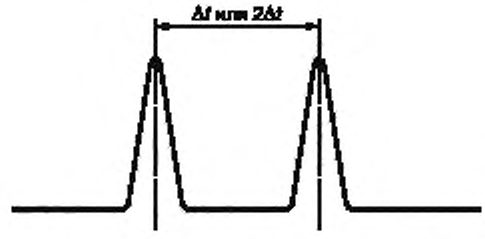
Примечание — На рисунке А.3 показано, как можно значительно повысить точность результатов измерений независимо от фактической длины волокна путем применения метода с использованием двухканального осциллографа.



a — канал 1: излучаемый импульс



b — канал 2: передаваемый импульс



c — излучаемый импульс после настройки частоты повторения таким образом, чтобы второй импульс в канале 1 совпадал с переданным импульсом в канале 2

Рисунок А.3 — Принцип измерения длины волокна

А.5 Расчеты

Для определения длины волокна используют следующие уравнения.

А.5.1 Метод передаваемого импульса

$$L = \frac{\Delta t c}{N}, \tag{A.2}$$

А.5.2 Метод отраженного импульса

$$L = \frac{\Delta t c}{2N}, \tag{A.3}$$

где L — длина волокна, м,

Δt — время передачи или отражения импульса, нс;

c — скорость света в вакууме, м/нс;

N — средний групповой показатель преломления.

А.6 Результаты

В дополнение к результатам, указанным в разделе 8, по запросу должна предоставляться следующая информация:

- среднее значение группового показателя преломления;
- время задержки измерительного устройства (по согласованию);
- время передачи или отражения импульса (по согласованию).

Приложение В
(обязательное)

Требования, относящиеся к методу В. Обратное рассеяние

В.1 Общие сведения

В данном методе используется оптический рефлектометр во временной области (ОРВО) для измерения длины самого оптического волокна и волокна в составе кабеля.

В.2 Оборудование

При данном методе используется ОРВО, который обычно состоит из следующего минимального набора компонентов (рисунок В.1).

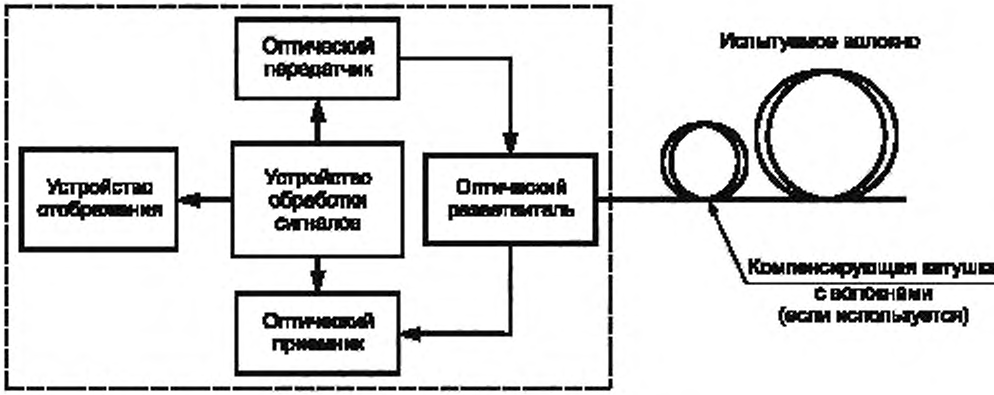


Рисунок В.1 — Блок-схема ОРВО

В.2.1 Оптический передатчик

Обычно состоит из одного или более импульсных лазерных диодных источников излучения, способных формировать импульсы одной или более длительности и частоты. Если не указано иное в подробной спецификации на волокно/кабель, спектр для каждой длины волны должен удовлетворять следующим условиям.

В.2.1.1 Центральная длина волны должна находиться в пределах 15 нм от установленного значения; следует фиксировать в отчете, если различие центральной и установленной длин волн более чем 10 нм.

В.2.1.2 Среднеквадратичная ширина спектра (СКВШ) не должна превышать 10 нм, или полная ширина спектра на уровне полумаксимума (ПШПМ) не должна превышать 25 нм.

В.2.1.3 Если данные используются при моделировании спектрального затухания:

- ширина спектра не должна превышать 15 нм (ПШПМ) или 6 нм (СКВШ) для длин волн в области пика поглощения воды (например, 1360—1430 нм);
- следует фиксировать в отчете, что действительное значение центральной длины волны находится в пределах 2 нм от установленного значения.

В.2.2 Условия ввода излучения

Применяют средства соединения испытуемого волокна (или, по выбору, компенсирующей катушки с волокном по В.2.9) с инструментальной панелью или с гибким выводом волокна источника.

Для волокна класса А оптические источники могут не обеспечить хорошо управляемые или подходящие для данного метода измерений условия возбуждения. Следовательно, условия возбуждения для измерений затухания должны быть такими, которые используются при измерении затухания по методу обрыва (по МЭК 60793-1-40, метод А).

В.2.3 Оптический разветвитель

Соединитель/разветвитель направляет мощность от передатчика в волокно. Он также направляет свет, возвращающийся в волокне с противоположного направления, к приемнику.

В.2.4 Оптический приемник

Обычно представляет собой фотодиодный детектор, имеющий ширину полосы, чувствительность, линейность и динамический диапазон, совместимые с длительностью используемых импульсов и уровнями принимаемых сигналов.

В.2.5 Длительность и частота импульсов

ОРВО может предоставлять выбор импульсов нескольких длительностей и частот повторения (иногда связанных с дистанционным управлением) для оптимизации согласования между разрешением и диапазоном. С отражением высокой амплитуды может возникнуть необходимость установить частоту или диапазон для значения расстояния, в два раза превышающего расстояние отражения для предотвращения появления ложных, «призрачных» отражений. Могут также применяться методы кодирования импульсов.

Примечание — Следует внимательно выбирать длительность и частоту повторения импульса и мощность источника излучения. Для измерений на коротких расстояниях необходимы малые длительности для обеспечения соответствующего разрешения. Это в свою очередь ограничивает динамический диапазон и максимально измеряемую длину. Для измерений на больших длинах динамический диапазон может быть увеличен путем повышения пиковой оптической мощности до уровня, ниже которого нелинейные эффекты незначительны. С другой стороны, может быть увеличена ширина импульса, что приведет к уменьшению разрешающей способности измерений.

В.2.6 Устройство обработки сигналов

Если требуется, уровень сигнал — шум может быть увеличен путем использования усреднения сигнала на более длительном интервале времени измерения.

В.2.7 Устройство отображения

Устройство отображения входит в схему ОРВО и является частью оборудования, управляющего ОРВО. Сигнал ОРВО отображается в графической форме как децибелы по оси ординат и как расстояние по оси абсцисс. Ось ординат в децибелах должна соответствовать обратно рассеянным потерям за двойной проход. Ось абсцисс должна соответствовать половине объединенной оптической групповой задержки, преобразованной в расстояние. Такие инструменты как курсоры могут использоваться для ручного или автоматического измерения всей линии ОРВО или ее части на устройстве отображения.

В.2.8 Информационное сопряжение (если используется)

Данный инструмент может обеспечить сопряжение с компьютером для автоматического анализа сигнала или создания определенной копии отображаемой линии.

В.2.9 Устройство управления отражением (если используется)

Средства минимизации кратковременного насыщения приемника вследствие высоких значений отражения Френеля могут потребоваться для уменьшения длины компенсирующей катушки с волокном, следующей за каждым рефлектором. Они могут входить в разветвитель или могут быть реализованы посредством электронного маскирования. Для преодоления первоначального отражения у соединителя ОРВО компенсирующая катушка с волокном (длиной в метрах, численно превосходящая одну десятую длительности отображенного импульса в наносекундах) может использоваться между соединителем ОРВО и образцом.

В.2.10 Оптические неразъемные и разъемные соединители

Если иное не указано в определенном методе, любые неразъемные и разъемные соединители, требуемые ОРВО (например, для соединения оптического рефлектометра или компенсирующей катушки с волокном с испытуемым волокном), должны иметь низкие вносимые потери и низкую отражательную способность (высокие обратные потери). Это требуется для минимизации внешних воздействий на рассматриваемую линию ОРВО.

В.3 Отбор и подготовка образцов

Образец представляет собой волокно на катушке или в составе кабеля согласно требованиям подробной спецификации на волокно/кабель. Измерение может проводиться в заводских и реальных условиях эксплуатации на единых и соединенных секциях.

Примечание — Следует убедиться, что намотка не приводит к существенному удлинению измеряемого отрезка волокна.

В.4 Проведение измерений

В.4.1 Три метода проведения измерений

Используют три метода проведения измерений:

- метод двух точек (В.4.3.1), который используют, когда отрезок волокна или кабеля неизвестной длины предшествует испытуемому волокну или кабелю;
- метод одной точки 0 (В.4.3.2), который используют без предшествующего отрезка волокна или кабеля;
- метод одной точки 1 (В.4.3.3), который используют с предшествующим отрезком волокна неизвестной длины и групповым показателем, таким же, как волокно, которое необходимо измерить.

Примечание — При измерении кабеля важно иметь в виду, что из-за конструкции большинства кабелей существует избыточная длина волокна в кабеле. Поэтому групповой показатель преломления кабеля превышает групповой показатель преломления волокна для того же типа волокна. Это ведет к расхождению между длиной волокна в кабеле и длиной самого кабеля.

В.4.2 Общий порядок действий для всех трех методов

В.4.2.1 Образец соединяют либо с измерительным прибором, либо с одним концом компенсирующей катушки с волокном (если используется). Другой конец компенсирующей катушки с волокном (если используется) соединяют с измерительным прибором.

В.4.2.2 Так как должны быть зафиксированы точные расстояния, требуется знать значение эффективного показателя групповой задержки образца. Если это значение неизвестно, то, чтобы определить его, следует использовать метод, приведенный в В.4.4.

В.4.2.3 Параметры ОРВО, такие как длина волны источника, длительность импульса, диапазон длины и среднее значение сигнала, вводят в измерительный прибор вместе с групповым показателем преломления образца. Значения некоторых из этих параметров могут быть предустановлены в измерительном приборе.

В.4.2.4 Измерительный прибор настраивают, чтобы отобразить сигнал обратного рассеяния от образца. Может быть полезно начать с грубого пропорционального масштабирования размеров по вертикали и горизонтали для отображения максимально возможной длины отрезка волокна.

В.4.2.5 Если есть необходимость в увеличенном разрешении, следует по возможности отрегулировать графический дисплей на отображение рассматриваемой области в более крупном масштабе (добившись того, чтобы соответствующие показания истинного сигнала можно было отличить от шума).

В.4.3 Порядок действий, характерный для каждого из методов

В.4.3.1 Метод двух точек

В.4.3.1.1 Устанавливают курсор в начало линии ОРВО образца до любого участка понижения мощности, что может быть сложно сделать (рисунок В.2), или в точку (которая может быть определена производителем) на переднем фронте отраженного импульса (рисунок В.3). Если начало не очевидно из-за минимальной разрывности, круто изгибают кривую около этого места и изменяют радиус для упрощения размещения курсора. Определяют координату расстояния z_1 с помощью алфавитно-цифрового дисплея.

В.4.3.1.2 Устанавливают тот же или другой курсор в конец линии ОРВО образца в точку, сходную с точкой в В.4.3.1.1. Если конец не очевиден из-за минимальной разрывности, круто изгибают кривую около этого места и изменяют радиус для упрощения размещения курсора. В качестве альтернативы, по возможности, дальний конец волокна разрезают пополам для получения там отражения. Если конец линии ОРВО ниже минимального уровня шума, измерение длины может иметь максимальную погрешность, равную длине импульса. Определяют координату расстояния z_2.

В.4.3.1.3 Для максимальной точности определения длины волокна убывание или нарастание сигнала вблизи точек z_1 и z_2 должно иметь сходный характер. Определяют длину образца ($z_2 - z_1$).

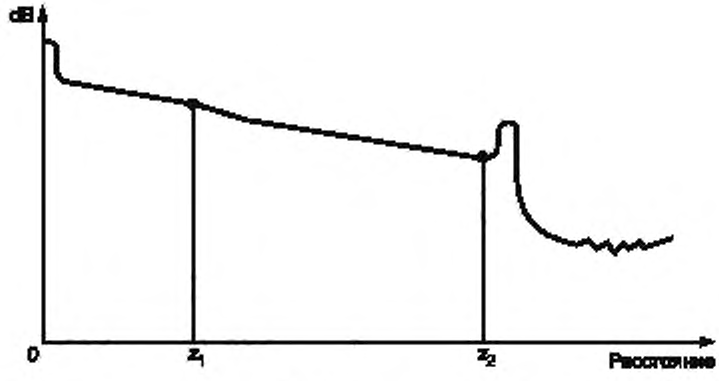


Рисунок В.2 — Схематическая линия ОРВО образца (от z_1 до z_2) с секцией кабеля (например, компенсирующей катушкой с волокном) неизвестной длины z_1, предшествующей ему, и без импульса отражения от точки соединения волокна (метод двух точек по В.4.3.1)

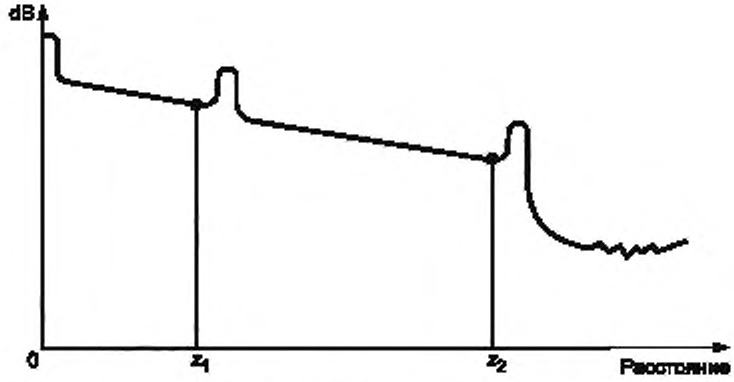


Рисунок В.3 — Схематичная линия ОРВО образца (от z_1 до z_2) с секцией кабеля (например, компенсирующей катушкой с волокном) неизвестной длины z_1, предшествующей ему, и с импульсом отражения от точки соединения волокна (метод двух точек по В.4.3.1)

В.4.3.2 Метод одной точки 0

Данный метод используют, когда отрезок волокна или секция кабеля (или волокно с компенсирующей катушки) не предшествует образцу (рисунок В.4).

В.4.3.2.1 Устанавливают курсор в конец линии ОРВО образца до любого участка понижения мощности, что может быть сложно сделать, или в точку (которая может быть определена производителем) на переднем фронте отраженного импульса. Если конец не очевиден из-за минимальной разрывности, круто изгибают кривую около этого места и изменяют радиус для упрощения размещения курсора. Если конец линии ОРВО ниже минимального уровня шума, измерение длины может иметь максимальную погрешность, равную длине импульса.

В качестве альтернативы, по возможности, дальний конец волокна разрезают пополам для получения там отражения. Определяют координату расстояния z_2.

В.4.3.2.2 Длина образца равняется z_2.

В.4.3.3 Метод одной точки 1

Данный метод используют, когда отрезок волокна или секция кабеля (или компенсирующая катушка с волокном) известной длины z_D предшествует образцу (рисунок В.5). Длина может быть получена при механическом измерении, например при использовании устройств контактного типа со счетчиками.

Примечание — Волокно, использованное в предшествующей секции кабеля (или компенсирующей катушке с волокном), должно иметь аналогичный с образцом групповой показатель преломления.

В.4.3.3.1 Следуют порядку, указанному в В.4.3.2.1.

В.4.3.3.2 Длина образца равняется $(z_2 - z_D)$.

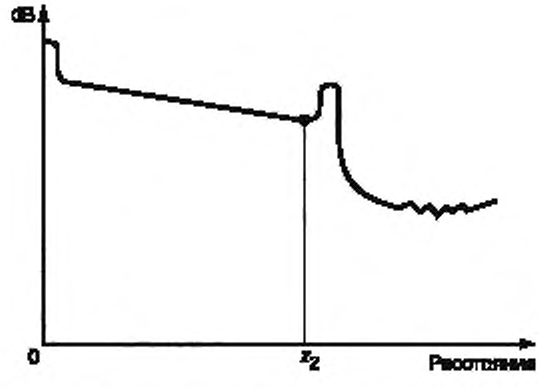


Рисунок В.4 — Схематичная линия ОРВО образца (от 0 до z_2) без секции кабеля, предшествующей ему (метод одной точки по В.4.3.2)

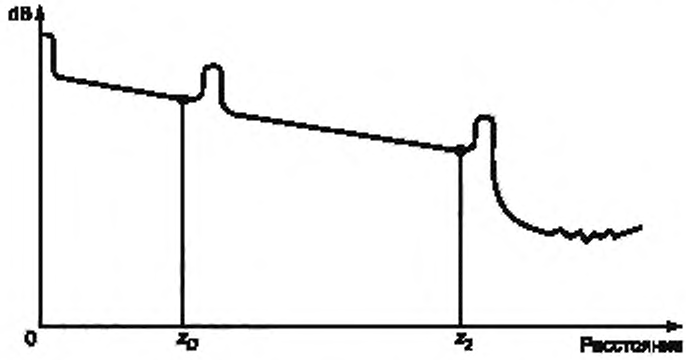


Рисунок В.5 — Схематичная линия ОРВО образца (от z_D до z_2) с секцией кабеля (например, компенсирующей катушкой с волокном) известной длины z_D, предшествующей ему (метод одной точки по В.4.3.3)

В.4.4 Определение группового показателя преломления

В.4.4.1 Точно определяют физическую длину калибровочного волокна или кабеля. Это может быть сделано посредством механического измерения, например с использованием устройств контактного типа со счетчиками.

В.4.4.2 Следуют порядку, указанному в В.4.2.1 для калибровочного волокна или кабеля.

В.4.4.3 Следуют порядку, указанному в В.4.2.3, но с произвольным групповым показателем преломления.

В.4.4.4 Устанавливают один курсор в начало линии, как указано в В.4.3.1.1. Определяют координату расстояния z_1 с использованием алфавитно-цифрового дисплея.

В.4.4.5 Устанавливают другой курсор в конец линии, как указано в В.4.3.1.2. Определяют координату расстояния z_2.

В.4.4.6 Регулируют шкалу группового показателя преломления таким образом, чтобы разница ($z_2 - z_1$), которая может быть автоматически рассчитана измерительным прибором, равнялась длине, определенной в В.4.4.1.

В.5 Результаты

В дополнение к результатам, указанным в разделе 8, по требованию должна предоставляться следующая информация:

- групповой показатель преломления.

Приложение С
(обязательное)

Требования, относящиеся к методу С. Удлинение волокна

С.1 Принцип

Определяют удлинение волокна методом фазового сдвига (см. С.2.2.1) или по дифференциальной задержке импульса (см. С.2.2.2).

Растяжение волокна при его удлинении $\varepsilon = \Delta L/L$ определяют по формуле

$$\varepsilon = V\frac{\Delta t}{L}, \tag{С.1}$$

где Δt — дифференциальная задержка импульса;

L — длина образца волокна;

V — константа, которая зависит от коэффициента фотоупругости k, скорости света в вакууме c и группового показателя преломления $N_{нв}$:

$$V = \frac{kc}{N_{нв}}. \tag{С.2}$$

С помощью поправочного коэффициента V вносят поправки в результаты измерений вследствие изменений в показателе преломления волокна, возникших из-за растяжения.

Если используется метод фазового сдвига (см. С.2.2.1), дифференциальную задержку Δt получают из следующей формулы:

$$\Delta t = \frac{\Delta\theta}{360f}, \tag{С.3}$$

где $\Delta\theta$ — фазовый сдвиг, в градусах;

f — частота модуляции.

Так как поправочный коэффициент V зависит от категории волокна, то измерительное устройство должно быть откалибровано.

С.2 Оборудование

С.2.1 Общие требования

Измерительное приспособление с известной измерительной базой должно обеспечивать возможность приложения и изменения значения продольной нагрузки, действующей на кабель или волокно. Для предотвращения скольжения волокна во время приложения нагрузки соблюдают правильное крепление концов образца. Соответствующий удлинительный стенд используют для калибровки фазового сдвига или задержки импульса относительно механически измеренного удлинения волокна.

С.2.2 Оборудование для оптических измерений

Оборудование для обоих методов — метода фазового сдвига или метода дифференциальной задержки импульса — должно стабильно функционировать в течение периода времени измерения и в диапазоне воздействующих температур (рисунки С.1 и С.2 соответственно для диаграмм типового оборудования).

С.2.2.1 Метод фазового сдвига

Используют источник света (либо лазерный диод, либо светоизлучающий диод, излучающий отфильтрованный свет), модулятор, оптику ввода излучения, детектор сигналов и генератор эталонных сигналов для измерения хроматической дисперсии. Эти части оборудования указаны и описаны в МЭК 60793-1-42 (метод А). Отличием является то, что используется только один лазерный диод. Наблюдаемые фазовые сдвиги являются функцией от растяжения волокна.

Примечание — При использовании данного метода следует учитывать неопределенность показаний шкалы фазометра при переходе через 360°.

С.2.2.2 Метод задержки импульса (времени распространения сигнала)

Используют оборудование, требующееся для соответствующего метода измерения времени распространения сигнала, такое как короткоимпульсный/френелевский оптический рефлектометр во временной области (ОРВО).

С.2.3 Разрешающая способность измерительного прибора

Разрешающая способность измерения растяжения всей измерительной системы должна быть равной или меньше, чем 0,01 %. Эта измерительная система включает оптическое измерительное оборудование (частоту модуляции или ширину импульса и т. д.) и измерительное приспособление (длину измерительной базы, фиксаторы концов кабеля/волокна, измерение нагрузки и т. п.). Поскольку все эти факторы включены в определение точности всей измерительной системы и ее разрешающей способности, каждый измерительный стенд должен быть оценен отдельно.

Данный порядок проведения измерений предназначен для условий комнатной среды, типичной для лабораторий. Данный метод применим при других условиях, предусматривающих, чтобы температура была стабильной в пределах ± 2 °С в течение испытания. Для экстремальной температуры и изменений давления (более 40 атм) могут быть необходимы поправки, особенно по отношению к коэффициенту *V*.

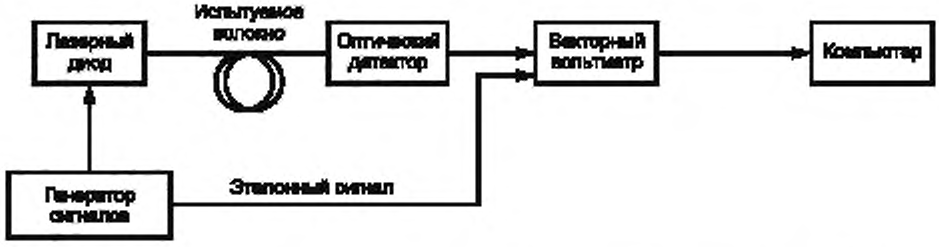


Рисунок С.1 — Расположение оборудования для метода фазового сдвига (см. С.2.2.1)

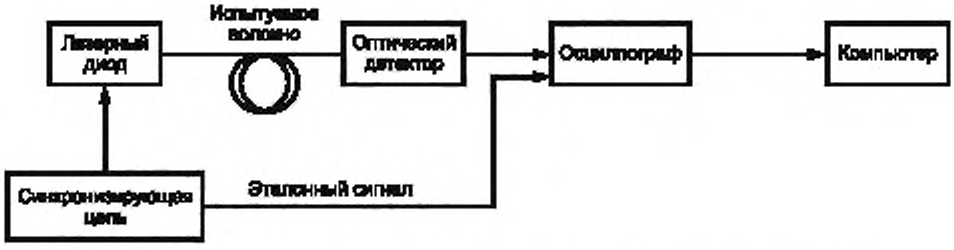


Рисунок С.2 — Расположение оборудования для метода дифференциальной задержки импульса (см. С.2.2.2)

С.3 Проведение испытания

С.3.1 Калибровка

Устанавливают эталонное волокно на удлинительный стенд и соединяют его с оборудованием для оптических измерений.

Постепенно растягивают волокно в пределах известного диапазона удлинения, который является достаточно линейным, для определения коэффициента *V*.

Измеряют и регистрируют, по возможности непрерывно, значения фазового сдвига или задержки импульса как функцию от механического удлинения волокна.

Определенное таким образом отношение объясняет вызванные растяжением волокна изменения группового показателя преломления.

Примечания

1 Рекомендуется, чтобы оператор выполнял калибровку случайно выбранных образцов волокна одного типа.

2 Нет необходимости повторять эту калибровку перед измерением удлинения каждого волокна, пока используется тот же самый тип волокна (конструкция и производитель).

С.3.2 Измерение образца

Для эталонного условия (обычно условий окружающей среды) получают значение фазы в градусах или временной задержки. Регистрируют эталонное значение. Растягивают образец в продольной плоскости путем приложения указанной нагрузки. После того как приложенная нагрузка стабилизируется, повторяют процедуры измерения и регистрируют либо значение фазы после растяжения, либо значение длины после растяжения. Повторяют эти шаги для любых дополнительных условий нагрузки. После снятия приложенной нагрузки проводят последнее измерение, чтобы убедиться, что волокно возвратилось к первоначальному эталонному состоянию.

Примечание — Проводят измерение на одном конце, используя один из методов, указанных ниже. Если используется метод фазового сдвига, фазу необходимо непрерывно регистрировать одновременно с приложением нагрузки, чтобы учесть переход через 360°.

a) Для кабеля, подвергаемого испытанию, формируют оптический путь из двух волокон, которые соединены на дальнем конце. Однако вследствие эффекта усреднения растяжения двух волокон следует внимательно подходить к интерпретации результатов.

b) Вставляют на ближнем конце подходящий направленный соединитель, соединенный с одной стороны с источником света и с детектором, а с другой стороны — с испытуемым волокном. Затем измеряют фазовый сдвиг или задержку импульса между входящим сигналом и сигналом, отраженным от дальнего конца. Разрезанный надвое торец дальнего конца волокна должен быть чистым и перпендикулярным для получения отраженного сигнала максимальной амплитуды. Необходимо принять меры для устранения влияния других отражений (т. е. от ближнего конца волокна).

В обоих случаях используют коэффициент 2 для исправления полученных данных фазового сдвига или задержки импульса, чтобы учесть двойную длину оптического пути.

С.4 Результаты

В дополнение к результатам, указанным в разделе 8, по требованию должна предоставляться следующая информация:

- нагрузка, приложенная при снятии показаний для каждой фазы (или длины), и рассчитанное растяжение волокна;
- тип и частота модулятора (метод фазового сдвига).

Приложение D
(обязательное)

Требования, относящиеся к методу D. Механическое измерение длины

D.1 Принцип

Данный метод измерения длины волокна основан на намотке волокна на катушку. Это может быть сделано на волочильной машине во время операции проверки прочности волокна или любого другого схожего процесса намотки. Во время этого процесса волокно закрепляется на калиброванном колесе с фиксированным диаметром, которое вращается. Число оборотов, образующихся в процессе намотки, умноженное на $\pi D/1000$, составляет длину волокна в километрах, где D — это диаметр счетного колеса в метрах.

D.2 Оборудование

Используют колесо или систему колес так, чтобы прохождение отрезка волокна через эту систему было связано с вращением счетного колеса по линейному закону. Необходимо исключить проскальзывание волокна относительно поверхности счетного колеса.

Счетное колесо должно быть твердым, на поверхности счетного колеса не должно быть заусенцев или других элементов, которые могут повредить волокно. Счетное колесо соединяют с электронным счетчиком, который может преобразовывать число оборотов счетного колеса в длину.

D.3 Проведение испытания

D.3.1 Калибровка

Калибруют колесо методом намотки на него волокна известной длины (калибровочное волокно). Это может скомпенсировать различия в качестве обработки поверхности колеса или механизма привода колеса.

Используют измерительное оборудование для проведения измерений длины на калибровочном волокне. Для достижения требуемой точности измерений используют волокно достаточно большой длины. При проведении измерений устанавливают волокно по прямой линии и проводят измерения на нем при температуре, которая согласуется с рабочей температурой устройства для механических измерений.

D.3.2 Проведение измерений

Устанавливают счетчик на «0» и начинают процесс намотки. При окончании процесса намотки снимают показания счетчика и преобразовывают их в значения длины.

Примечание — Намотка не должна приводить к значительному удлинению волокна, и условия удлинения не должны изменяться в течение процесса калибровки.

Приложение Е
(обязательное)

Требования, относящиеся к методу Е. Фазовый сдвиг

Е.1 Общие сведения

При данном методе испытания используют изменение фазового сдвига в оптическом волокне или кабеле при увеличении частоты до заранее установленной частоты модуляции f_{max}. Метод может применяться к длинам волокна обычно в диапазоне от менее 1 м до нескольких километров для волокон категории А1 и до нескольких сотен километров для волокон класса В.

Е.2 Оборудование

Схема измерительного оборудования показана на рисунке Е.1. Оборудование, используемое в данном методе измерения, также может быть сконфигурировано для измерения хроматической дисперсии волокна. Измерение хроматической дисперсии методом фазового сдвига описано в МЭК 60793-1-42 (метод А).

Е.2.1 Источник света

Используют либо лазерный диод, либо светоизлучающий диод с фильтрацией света. Длина центральной волны и модулированная выходная фаза должны быть стабильными в течение времени измерения при возникающих токе смещения, частоте модуляции и температурном диапазоне диода.

Полная ширина спектра на уровне полумаксимума (ПШПМ) не должна превышать 30 нм. При необходимости это достигается за счет использования монохроматора или оптического фильтра.

Е.2.2 Модулятор

Для генерации волны, имеющей форму с одной доминантной Фурье-компонентой, например синусоидальной волны, используют оборудование для модуляции интенсивности выходного сигнала источника света в широком частотном диапазоне, обычно примерно от 100 Гц до нескольких гигагерц.

Выбор частоты модуляции определяется максимальной длиной волокна, которое должно быть измерено, и требуемой точностью измерения. Чтобы избежать неопределенности, вызываемой 2π фазовыми сдвигами, при наличии более одного полного цикла модуляции в волокне необходимо начать с низкой частоты и считать число полных циклов при медленном увеличении частоты. Важно, чтобы число 2π фазовых сдвигов было точно подсчитано. Использование более высокой частоты обычно дает более точное измерение длины. Для заданной длины L волокна (в метрах) максимальная начальная частота f_{start} (в герцах) определяется уравнением

$$f_{start} \le \frac{c}{NL}, \qquad (E.1)$$

где c — скорость света в вакууме, м/с;

N — групповой показатель преломления.

Например, для длины 10 км типичное максимальное значение f_{start} должно быть 20 кГц.

С другой стороны, если начальная частота уже была выбрана, тогда максимальную длину волокна, которая может быть измерена, можно рассчитать перестановкой составляющих уравнения (Е.1).

Выбранная наибольшая частота, соответствующий фазовый шум на этой частоте и неопределенность самой частоты модуляции будут определять разрешающую способность измерительной системы. Для минимально измеримого фазового изменения $\Delta\varphi$ в радианах минимально разрешаемая длина ΔL в отсутствие фазового шума и неопределенности частоты определяется уравнением

$$\Delta L = \frac{\Delta\varphi\, c}{f_{max} N 2\pi}. \qquad (E.2)$$

Нужно заметить, что значение $\Delta\varphi$ может зависеть от используемой частоты модуляции.

С другой стороны, для заданной разрешающей способности длины волокна требуемая максимальная частота может быть определена перестановкой составляющих уравнения (Е.2).

Например, для фазовой разрешающей способности 0,01 рад и максимальной частоты 100 МГц разрешающая способность по длине будет приблизительно 3 мм.

Е.2.3 Оптика ввода излучения

Свет от источника вводят в испытуемое волокно, например, оптически формируя изображение на конце испытуемого волокна или методом прямого торцевого соединения гибкого вывода волокна с источником света. Для волокон категории А1 необходимо ограничить условия возбуждения таким образом, чтобы в волокне возбуждались только моды низкого порядка для минимизации эффектов модальной дисперсии. Это может быть достигнуто либо при прямом формировании изображения на конце испытуемого волокна при использовании оптической системы, в

которой числовая апертура и размер пятна могут быть ограничены, либо прямым соединением гибкого вывода одномодового волокна, который расположен соосно с испытуемым волокном и находится в контакте с ним.

Е.2.4 Детектор сигналов и электроника для обнаружения сигналов

Для обнаружения сигналов используют оптический детектор, который является чувствительным на длине волны измерения, стабильным в течение времени измерения и линейным в диапазоне модуляции интенсивности светового сигнала. Для увеличения чувствительности обнаружения может использоваться усилитель. Свет из испытуемого волокна вводят в детектор, используя, например, прямое формирование изображения при помощи линз или гибкий вывод волокна, который напрямую присоединен к детектору. Для волокон категории А1 в испытуемом волокне необходимо принимать свет только из мод низкого порядка. Это может быть достигнуто при прямом формировании изображения в детекторе при использовании оптической системы, в которой числовая апертура и размер пятна могут быть ограничены, или прямым соединением гибкого вывода одномодового волокна, который расположен соосно с испытуемым волокном и находится в контакте с ним.

Для определения фазы обнаруженного светового сигнала используют устройство для измерения фазы, например фазометр, векторный вольтметр или сетевой анализатор, который реагирует только на основную Фурье-составляющую модулирующего сигнала. Любой фазовый сдвиг, вызываемый самой системой измерения фазы, должен быть постоянным в течение времени измерения.

Е.2.5 Эталонный сигнал

Для работы фазометра требуется эталонный сигнал, имеющий такую же доминантную Фурье-составляющую, как модулирующий сигнал, по отношению к которому измеряют фазу выходного сигнала. Эталонный сигнал должен быть фиксирован по фазе к модулирующему сигналу. Эталонный сигнал может быть получен либо при установлении прямой электрической связи между источником модуляции и фазометром, либо при использовании детектора, присоединенного к устройству разделения оптического луча или волоконного соединителя, который вставлен между источником и испытуемым волокном.

Е.2.6 Вычислительное оборудование

Для целей управления оборудованием, сбора данных и числовой оценки данных может использоваться компьютер.

Е.3 Отбор и подготовка образцов

Испытуемый образец представляет собой волокно, которое может быть в составе кабеля или нет. Обычно длина образца составляет от 1 м до сотен километров. Образец, оптика ввода излучения и гибкие концы волокна, если они используются, должны быть зафиксированы в положении для проведения измерений при постоянной температуре в течение времени измерения. Для уже проложенных волокон и кабелей могут использоваться преобладающие схемы размещения оборудования и условия окружающей среды.

Для компенсации фазовых сдвигов, которые могут быть вызваны фазометром или внутренними участками оптического пути, требуется использовать любое волокно для калибровки фазы такого же типа, как испытуемое волокно (или гибкие концы волокна, если они используются). Типовая длина от 0 до 2 м.

Готовят торцевые поверхности входных и выходных концов калибровочного волокна и испытуемого волокна в соответствии с требованиями подразделов Е.2.3 и Е.2.4.

Е.4 Проведение испытания

Е.4.1 Выбор начальной частоты

Выбирают соответствующую низкую частоту модуляции f_{start}, для определения которой используют уравнение (Е.1). Если приблизительная длина волокна неизвестна, то используют самую нижнюю доступную частоту модуляции, но проявляют осторожность в отношении возможности ошибок вследствие 2π фазовых сдвигов в волокне.

Е.4.2 Выбор максимальной частоты

Выбирают соответствующую максимальную частоту f_{max}, для определения которой используют уравнение (Е.2), для требующегося разрешения по длине.

Е.4.3 Измерение фазы

Данный подраздел относится ко всем измерениям длины, выполняемым на испытуемом волокне и волокне для калибровки фазы, а также, если требуется, во время определения группового показателя преломления.

Начиная с частоты модуляции f_{start} увеличивают частоту до достижения f_{max}, со скоростью, достаточной для однозначного определения числа возникающих 2π фазовых сдвигов m. Измеряют фазовый угол φ' на выходе волокна при f_{max}.

Рассчитывают полный фазовый угол φ следующим образом:

$$\varphi = \varphi' + m\,2\pi. \qquad (Е.3)$$

Е.4.4 Измерение длины испытуемого волокна

Е.4.4.1 Калибровка эталонной фазы

В зависимости от того, используются или нет гибкие выводы волокна, эталонную фазу калибруют одним из двух следующих методов.

a) Если гибкие выводы волокна (пигтейлы) не используются, один конец волокна для калибровки фазы (вход) соединяют с источником света. Другой конец (выход) соединяют с системой обнаружения. Измеряют фазовый сдвиг φ_{ref} в соответствии с Е.4.3.

b) Если гибкие выводы волокна (пигтейлы) используются на обоих концах: ввода излучения и приема, — то их соединяют друг с другом для выполнения измерения эталонной фазы вместо использования отдельного волокна для калибровки фазы. Фазовый сдвиг φ_{ref} измеряют в соответствии с Е.4.3.

Иногда удобно извлечь волокно для калибровки фазы и/или гибкие выводы волокна (пигтейлы) из оборудования после того, как эталонное измерение выполнено. Это может быть сделано при условии, что фазовый сдвиг, который возникает внутри волокна для калибровки фазы и/или в гибких выводах волокна (пигтейлах), известен и впоследствии прибавлен к измеренному фазовому сдвигу испытуемого волокна (см. Е.4.4.2).

Примечание — Обычно нет необходимости в калибровке эталонной фазы перед каждым измерением. Использование хранимого эталонного значения разрешается в случае, если установлено, что присутствие эффекта ухода фазы в системе может повысить неопределенность результатов измерения.

Е.4.4.2 Измерение фазы испытуемого волокна

В зависимости от того, используются или нет гибкие выводы волокна (пигтейлы), фазу испытуемого волокна измеряют одним из двух следующих методов.

a) Если гибкие выводы волокна (пигтейлы) не используются, выход волокна для калибровки фазы отсоединяют от системы обнаружения и соединяют его с одним концом испытуемого волокна (вход). Другой конец (выход) испытуемого волокна соединяют с системой обнаружения. Фазовый сдвиг φ_{sig} измеряют в соответствии с Е.4.3, используя то же самое значение f_{max}, что в Е.4.4.1.

b) Если гибкие выводы волокна (пигтейлы) используются вместо волокна для калибровки фазы, следует отсоединить пигтейлы друг от друга и соединить свободные концы с испытуемым волокном. Фазовый сдвиг φ_{sig} измеряют в соответствии с Е.4.3, используя то же самое значение f_{max}, что в Е.4.4.1.

Е.5 Расчет и интерпретация результатов

Е.5.1 Определение длины испытуемого волокна

Длину испытуемого волокна L рассчитывают следующим образом:

$$L = \frac{(\varphi_{sig} - \varphi_{ref})c}{N f_{max} 2\pi}, \qquad (Е.4)$$

где L — в метрах;

φ_{ref}, φ_{sig} — в радианах;

c — в метрах в секунду;

f_{max} — в герцах;

N — групповой показатель преломления.

Нужно заметить, что φ_{ref} и φ_{sig} представляют собой полный фазовый угол при использованной максимальной частоте f_{max}, включая полное число 2π фазовых сдвигов, — уравнение (Е.3).

Примечание — Групповой показатель преломления N может быть указан изготовителем волокна или кабеля. Точность измерения длины при использовании этого метода во многом зависит от точности определения группового показателя преломления. Этот показатель для разных волокон принимает разные значения, и эти значения могут зависеть от температуры. Типовые значения, указываемые изготовителем, имеют неопределенность, эквивалентную 0,1 % при измерении длины. Если значение группового показателя преломления неизвестно, то оно может быть определено в соответствии с процедурой, описанной в Е.6.1.

Е.6 Групповой показатель преломления

Е.6.1 Введение

Для определения значения группового показателя преломления необходимо измерить фазовый сдвиг в волокне известной длины при длине волны света, используемой при измерении. Для этого используют метод отрезания волокна известной длины от выходного конца испытуемого волокна, известный как метод обрыва, который описан в Е.6.2, или метод соединения волокна известной длины, которое имеет те же категорию и тип, как и испытуемое волокно, с испытательным оборудованием вместо испытуемого волокна, известный как метод замены, который описан в Е.6.3.

Е.6.2 Метод обрыва

Е.6.2.1 Один конец (вход) испытуемого волокна соединяют с источником света. Другой конец (выход) испытуемого волокна соединяют с системой обнаружения. Фазовый сдвиг φ_{long} измеряют в соответствии с Е.4.3.

Е.6.2.2 От выходного конца испытуемого волокна отнимают короткий отрезок волокна L_{cut} длиной обычно 2—3 м (см. Е.6.1). Готовят новый выходной конец испытуемого волокна, которое теперь немного короче, и соединяют его с системой обнаружения. Фазовый сдвиг φ_{short} измеряют в соответствии с Е.4.3, используя то же самое значение f_{max}, которое было использовано в Е.6.2.1.

Е.6.2.3 Измеряют длину отрезка волокна L_{cut}, отобранного от испытуемого волокна в Е.6.2.2, используя, например, откалиброванную метровую линейку. Надо заметить, что неопределенность результатов этого измерения будет пропорционально влиять на неопределенность результатов измерения группового показателя преломления испытуемого волокна.

Е.6.2.4 Рассчитывают групповой показатель преломления, используя уравнение

$$N = \frac{(\varphi_{long} - \varphi_{short})c}{L_{cut} f_{max} 2\pi}. \quad (Е.5)$$

Е.6.3 Метод замены

Е.6.3.1 Один конец (вход) волокна для калибровки фазы соединяют с источником света. Другой конец (выход) соединяют с системой обнаружения. Фазовый сдвиг φ_{cal} измеряют в соответствии с Е.4.3.

Е.6.3.2 Выход волокна для калибровки фазы отсоединяют от системы обнаружения и соединяют волокно известной длины L_{sub}, обычно 2—3 м (см. Е.6.1), которое имеет такие же категорию и тип, как испытуемое волокно, между выходом волокна для калибровки фазы и системой обнаружения. Длина этого волокна может быть измерена, например, откалиброванной метровой линейкой. Фазовый сдвиг φ_{sub} измеряют в соответствии с Е.4.3, используя то же значение f_{max}, которое было использовано в Е.6.3.1.

Е.6.3.3 Рассчитывают групповой показатель преломления, используя уравнение

$$N = \frac{(\varphi_{sub} - \varphi_{cal})c}{L_{sub} f_{max} 2\pi}. \quad (Е.6)$$

Точность определения группового показателя преломления будет влиять на точность длины, измеренной методом фазового сдвига. Следует заметить, что при проведении измерений с очень высокой точностью групповой показатель преломления может для разных волокон принимать разные значения, а также зависеть от температуры и приложенной к волокну нагрузки.

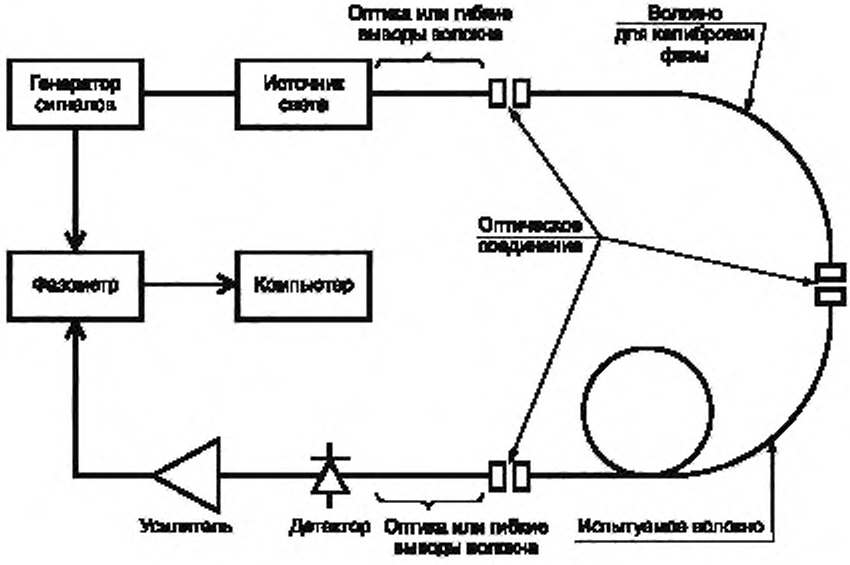


Рисунок Е.1 — Оборудование для измерения длины волокна

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60793-1-40	IDT	ГОСТ Р МЭК 60793-1-40—2012 «Волокна оптические. Часть 1-40. Методы измерений и проведение испытаний. Затухание»
МЭК 60793-1-42	IDT	ГОСТ Р МЭК 60793-1-42—2013 «Волокна оптические. Часть 1-42. Методы измерений и проведение испытаний. Хроматическая дисперсия»
МЭК 60794-1-1	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в ОАО «ВНИИКП».

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты.

УДК 681.7.068:006.354 ОКС 33.180.10 Э59 ОКП 63 6570

Ключевые слова: волокна оптические, измерение длины, испытательное оборудование, методы испытаний, обработка результатов

Редактор *И.В. Алферова*
Технический редактор *В.И. Варенцова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *О.Д. Черепкова*

Сдано в набор 30.01.2014. Подписано в печать 21.02.2014. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,35. Тираж 69 экз. Зак. 298.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru