ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59165— 2020

Оптика и фотоника

ДАТЧИКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ

Датчики температуры на основе волоконной брэгговской решетки. Общие технические требования и методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский институт физической оптики, оптики лазеров и информационных оптических систем Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (ФГУП «НИИФООЛИОС ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова») и Обществом с ограниченной ответственностью «Инновационное предприятие «НЦВО — Фотоника» (ООО ИП «НЦВО — Фотоника»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 296 «Оптика и фотоника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 ноября 2020 г. № 1045-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2020

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 Термины и определения 2
4 Классификация 5
5 Технические требования 5
6 Требования безопасности ВОДТ 8
7 Требования охраны окружающей среды 8
8 Правила приемки 9
9 Методы испытаний 9
10 Транспортирование и хранение 11
11 Указания по эксплуатации 11
Библиография 12

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оптика и фотоника

ДАТЧИКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ

Датчики температуры на основе волоконной брэгговской решетки. Общие технические требования и методы испытаний

Optics and Photonics. Fiber-optic sensors. Temperature sensors based on fiber Bragg grating. General technical requirements and test methods

Дата введения — 2021—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на волоконно-оптические датчики для измерения температуры на основе волоконной брэгговской решетки (далее — ВОДТ), применяемые в различных отраслях экономики (машиностроение, авиастроение, атомная и электроэнергетика, нефтяная и газовая отрасли, строительство и эксплуатация зданий и сооружений и др.).

Настоящий стандарт устанавливает технические требования для ВОДТ, принцип работы которых основан на использовании одной или нескольких волоконных брэгговских решеток (ВБР) в качестве чувствительного элемента датчика.

Настоящий стандарт устанавливает основные характеристики волоконно-оптического датчика для измерения статических и динамических значений температуры на основе ВБР, методы испытаний, основные эксплуатационные параметры и характеристики измерительных приборов для считывания оптического сигнала ВБР.

Настоящий стандарт распространяется на ВБР с постоянным периодом (однородные и аподизированные), записанные в изотропном волоконном световоде (ВС).

На другие типы волоконных решеток (длиннопериодные волоконные решетки, неоднородные ВБР, ВБР в анизотропном ВС и т. д.) настоящий стандарт не распространяется.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.585 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 6651 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

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

ГОСТ 18620 Изделия электротехнические. Маркировка

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

Издание официальное

ГОСТ Р ИСО 5725-2 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ Р МЭК 60068-2-1 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытание А: Холод

ГОСТ Р МЭК 60068-2-2 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытание В: Сухое тепло

ГОСТ Р МЭК 60068-2-10 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-10. Испытания. Испытание J и руководство: Грибостойкость

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **волоконно-оптический датчик температуры;** ВОДТ: Конструктивно обособленная часть оптической системы измерения, предназначенная для локального измерения температуры и состоящая из следующих конструктивных элементов:

- чувствительного элемента волоконно-оптического датчика температуры, являющегося одиночной волоконной брэгговской решеткой либо массивом волоконных брэгговских решеток с различными резонансными длинами волн (см. 3.3);
- корпуса, обеспечивающего максимально быструю передачу тепла к чувствительному элементу волоконно-оптического датчика температуры;
- входных/выходных волоконных световодов.

Примечание — Материалы ВС (сердцевины, оболочки и внешнего покрытия) и корпуса ВОДТ определяют границы рабочего диапазона (см. 3.14) датчика.

3.2 **волоконная брэгговская решетка;** ВБР: Волоконная решетка показателя преломления, представляющая собой участок одномодового волоконного световода, в сердцевине которого индуцирована периодическая структура показателя преломления с периодом Λ.

Примечание — Рассматриваемые в стандарте волоконные брэгговские решетки имеют постоянный период и отражают узкий участок спектра вблизи резонансной длины волны λ_B (см. 3.3).

3.3 **резонансная (брэгговская) длина волны λ_B:** Длина волны максимального отражения или минимального пропускания в соответствующих спектрах волоконной брэгговской решетки (см. 3.2).

Примечания

1 Если термин применяют к волоконно-оптическому датчику температуры (см. 3.1), то подразумевают резонансную длину волны чувствительного элемента до монтажа датчика.

2 Резонансную длину волны λ_B задают уравнением

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda, \quad (1)$$

где n_{eff} — эффективный показатель преломления основной моды волоконного световода;

Λ — период волоконной брэгговской решетки.

Резонансную длину волны λ_B, как правило, выражают в нанометрах.

3 Период волоконной брэгговской решетки — расстояние между соседними штрихами периодической структуры показателя преломления волоконной брэгговской решетки.

3.4 **референсная длина волны λ_0:** Резонансная длина волны волоконной брэгговской решетки после монтажа волоконно-оптического датчика температуры, от которой проводят отсчет изменения λ_B, измеренная при начальной температуре T_0.

Примечание — $\lambda_0 = \lambda_B(T_0)$.

3.5 **изменение резонансной длины волны волоконной брэгговской решетки при изменении температуры:**

3.5.1 **абсолютное изменение $\Delta\lambda_B(T)$:** Разность между значением λ_B, измеренным при некоторой температуре T, и референсной длиной волны волоконной брэгговской решетки (см. 3.4).

Примечание — Абсолютное изменение $\Delta\lambda_B(T)$ вычисляют из выражения

$$\Delta\lambda_B(T) = \lambda_B(T) - \lambda_0. \quad (2)$$

$\Delta\lambda_B(T)$ выражают в нанометрах или пикометрах.

3.5.2 **относительное изменение $\Delta(T)$:** Безразмерная величина, равная отношению абсолютного изменения длины волны волоконной брэгговской решетки (3.5.1) к ее референсному значению (см. 3.4) $\Delta(T) = \Delta\lambda_B(T)/\lambda_0$.

Примечание — В связи с тем, что относительное изменение λ_B, как правило, достаточно мало, его удобно выражать в миллионных долях (ppm): 1 ppm = 10^{-6}.

3.6 **коэффициент пропускания волоконной брэгговской решетки T_{BG}:** Отношение мощности световой волны, прошедшей через волоконную брэгговскую решетку (P_T), к мощности входной световой волны (P_0) при измерении на резонансной длине волны волоконной брэгговской решетки.

Примечание — Коэффициент пропускания волоконной брэгговской решетки, как правило, выражают в процентах ($T_{BG} = P_T/P_0 \cdot 100$ %) или децибелах [$T_{BG} = 10 \cdot \lg(P_T/P_0)$].

3.7 **коэффициент отражения волоконной брэгговской решетки R_{BG}:** Отношение мощности световой волны, отраженной волоконной брэгговской решеткой (P_R), к мощности входной световой волны (P_0), при измерении на резонансной длине волны волоконной брэгговской решетки.

Примечание — Коэффициент отражения волоконной брэгговской решетки, как правило, выражают в процентах

$$R_{BG} = P_R/P_0 \cdot 100\ \% \quad (3)$$

или децибелах

$$R_{BG} = 10 \cdot \lg(P_0/(P_0 - P_R)). \quad (4)$$

Чаще всего подразумевают, что оптические потери на λ_B малы и справедливо соотношение $P_T + P_R = P_0$.

3.8 **спектральная ширина волоконной брэгговской решетки W:** Полная ширина на уровне половинной амплитуды максимума (см. рисунок 1) отражения на длине волны λ_B.

Примечание — W, как правило, выражают в нанометрах.

3.9 **боковые максимумы в спектре отражения волоконной брэгговской решетки:** Дополнительные максимумы в спектре отражения, расположенные с обеих сторон от основного максимума волоконной брэгговской решетки.

Примечание — В однородных волоконных брэгговских решетках амплитуда боковых максимумов спадает по мере удаления от основного максимума. Для уменьшения амплитуды боковых максимумов используется аподизация волоконной брэгговской решетки.

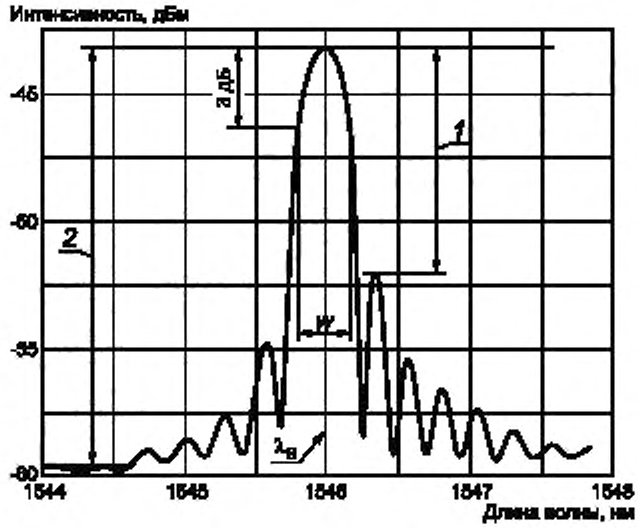
3.10 **относительный уровень боковых максимумов:** Отношение амплитуд основного и наибольшего бокового максимумов, выраженное в децибелах (см. позицию *1* на рисунке 1).

3.11 **отношение сигнал/шум в спектре отражения волоконной брэгговской решетки SNR_{FBG}:** Отношение сигнала, пропорционального спектральной плотности мощности оптического излучения, отраженного на резонансной длине волны ВБР, к уровню электронного шума аппаратуры системы измерения, измеренному при отсутствии оптического сигнала.

Примечания

1 Выражают в децибелах (см. позицию *2* на рисунке 1).

2 В некоторых случаях минимальный уровень регистрации полезного оптического сигнала определяют не электронным шумом, а паразитной оптической составляющей (засветкой спектрометра).



1 — относительный уровень боковых максимумов,
2 — отношение сигнал/шум в спектре отражения волоконной брэгговской решетки

Рисунок 1 — Типовой спектр отражения однородной волоконной брэгговской решетки

3.12 **чувствительность резонансной длины волны волоконной брэгговской решетки к температуре K_T:** Параметр, означающий скорость изменения резонансной длины волны λ_B при изменении температуры волоконной брэгговской решетки.

Примечания

1 Этот параметр также является функцией температуры, поэтому возможно использовать аппроксимацию следующего вида:

$$\Delta(T) = K_T(T)\Delta T, \tag{5}$$

где $K_T(T) = K_T^1 \cdot (1 + K_T^2 \Delta T \cdot (1 + K_T^3 \Delta T(1 + ...))$;

$\Delta T = T - T_0$ — изменение температуры волоконной брэгговской решетки.

2 Линейный коэффициент приведенной зависимости выражают через параметры материала волоконного световода (как правило, кварцевое стекло) по формуле

$$K_T^1 = \alpha + \frac{1}{n_{eff}} \frac{dn_{eff}}{dT}, \tag{6}$$

где α — коэффициент теплового расширения.

3.13 **минимальный рабочий радиус изгиба волоконного световода:** Минимальный радиус, на который входные/выходные волоконные световоды могут быть изогнуты без увеличения вносимых потерь сверх допустимого уровня ($\alpha \sim 1$ дБ), т. е. без ухудшения работоспособности волоконно-оптического датчика температуры.

3.14 **рабочий диапазон температур волоконно-оптического датчика температуры:** Диапазон температуры, который можно измерить волоконно-оптическим датчиком температуры в соответствии с техническими условиями на ВОДТ конкретного типа.

Примечание — Использование волоконно-оптического датчика температуры вне этого диапазона может привести к выходу его из строя.

3.15 **постоянная времени волоконно-оптического датчика температуры τ_e:** Показатель, характеризующийся ступенчатым изменением температуры объекта измерений.

Примечания

1 Постоянную времени волоконно-оптического датчика температуры измеряют при ступенчатом изменении температуры объекта измерений от T_1 до T_2.

Отклик волоконно-оптического датчика температуры на такое изменение рассматривают с использованием функции

$$T = T_1 + (T_2 - T_1)(1 - \exp(t/\tau_e). \quad (7)$$

Постоянная времени τ_e при этом означает, через какое показание волоконно-оптического датчика температуры изменяются на 1 – 1/e (63,2 %) от разности температур $T_2 - T_1$. Этот параметр выражают в секундах или миллисекундах. Постоянную времени волоконно-оптического датчика температуры определяют с использованием коэффициента температуропроводности материалов волоконного световода и корпуса волоконно-оптического датчика температуры.

2 Время отклика волоконно-оптического датчика температуры на ступенчатое изменение температуры 95 % (от значения разности температур $T_2 - T_1$) определяют как $3 \cdot \tau_e$, а 99 % — как $5 \cdot \tau_e$.

3.16 **вносимые потери волоконно-оптического датчика температуры α_{in}:** Паразитные потери мощности оптического излучения при прохождении по ВС с ВБР и на соединительных элементах.

4 Классификация

4.1 По числу ВБР в чувствительном элементе (ЧЭ) ВОДТ классифицируют:

- на точечный (с одной ВБР);
- квазираспределенный (с массивом ВБР).

4.2 По числу выходных световодов ВОДТ классифицируют:

- на проходные — ВОДТ с входной/выходной ВС. Могут быть использованы как звено в цепочке точечных ВОДТ, расположенных последовательно;
- концевые — ВОДТ с входным ВС. Могут быть использованы только как единичный локальный ВОДТ. Объединение таких ВОДТ может быть осуществлено с использованием оптических разветвителей или переключателей.

4.3 По виду оконцовки ВС ВОДТ классифицируют:

- на оконцованные — ВОДТ с оптическими соединителями на выходных ВС;
- неоконцованные — ВОДТ без оптических соединителей на выходных ВС.

4.4 По способу монтажа ВОДТ классифицируют:

- на поверхностные — ВОДТ, предназначенные для монтажа на поверхности измеряемого объекта посредством механического контакта поверхностей, приклеивания, пайки или иных способов крепления;
- зондовые — ВОДТ, предназначенные для погружения в измеряемую среду;
- встраиваемые — ВОДТ, ВС с ВБР которого непосредственно интегрируется в материал измеряемого объекта.

4.5 По верхней границе рабочего диапазона температуры ВОДТ классифицируют:

- на стандартные (верхний предел диапазона измеряемых температур не превышает 80 °С);
- высокотемпературные (верхний предел диапазона измеряемых температур не превышает 250 °С);
- специальные (верхний предел диапазона измеряемых температур превышает 250 °С).

5 Технические требования

5.1 Основные параметры и характеристики

5.1.1 Чувствительность ВОДТ к температуре

5.1.1.1 Изменение резонансной длины волны ВБР в составе ВОДТ относительно изменения температуры определяется вызванными:

- непосредственно изменением температуры ВС (см. 3.12);
- деформацией ВС и термически индуцированными деформациями конструктивных элементов корпуса для поверхностных и зондовых ВОДТ или материала контролируемого объекта для встраиваемых ВОДТ.

5.1.1.2 Для определения температуры с использованием ВОДТ применяют калибровочную зависимость, обратную приведенной в 3.12:

$$\Delta T(\Delta) = T(\Delta) - T_0 = K_\Delta(\Delta)\Delta, \quad (8)$$

$$T(\Delta) = T_0 + K_\Delta(\Delta)\Delta, \quad (9)$$

где $K_\Delta(\Delta) = K_\Delta^1 \cdot (1 + K_\Delta^2\Delta \cdot (1 + K_{T\,\Delta}^3\Delta \cdot (1 + \ldots))$;

Δ — относительное изменение резонансной длины волны ВБР в конструкции ВОДТ (см. 3.5.2).

В этом уравнении использование членов более высокого порядка позволяет улучшать точность измерений, особенно на краях рабочего диапазона температуры ВОДТ.

Примечания

1 Возможно использование других аппроксимирующих зависимостей, обеспечивающих требуемую точность определения температуры.

2 Параметр, показывающий скорость изменения резонансной длины волны λ_B при изменении температуры ВБР также является функцией температуры, поэтому возможно использовать аппроксимацию следующего вида:

$$\Delta(T) = K_T(T)\Delta T, \quad (10)$$

где $K_T(T) = K_T^1 \cdot (1 + K_T^2\Delta T \cdot (1 + K_T^3\Delta T(1 + \ldots))$;

$\Delta T = T - T_0$ — изменение температуры волоконной брэгговской решетки.

3 Линейный коэффициент приведенной зависимости выражают через параметры материала волоконного световода (как правило, кварцевое стекло)

$$K_T^1 = \alpha + \frac{1}{n_{eff}}\frac{dn_{eff}}{dT}, \quad (11)$$

где α — коэффициент теплового расширения.

5.1.1.3 Функции аппроксимации и калибровочные коэффициенты следует указывать в эксплуатационных документах (ЭД) [паспорте (ПС) или руководстве по эксплуатации (РЭ)].

5.1.1.4 Методы определения чувствительности ВОДТ к температуре, приведенные в разделе 9, должны быть установлены в технических условиях (ТУ) на ВОДТ конкретного типа.

5.1.2 Рабочий диапазон температур волоконно-оптического датчика температуры

5.1.2.1 Диапазон температуры ВОДТ следует устанавливать при первичной калибровке.

5.1.2.2 Методы проведения первичной калибровки приведены в разделе 9.

5.1.2.3 Диапазон температуры ВОДТ следует указывать в ЭД (ПС или РЭ) на ВОДТ.

Нижняя граница рабочего диапазона температуры ВОДТ составляет 0 °С.

5.1.2.4 Если рабочий диапазон температур входных/выходных ВС и оптических соединителей отличается от диапазона температур регистрируемой ВОДТ, то их следует указывать в ЭД на ВОДТ.

5.1.3 Точность измерения температуры и воспроизводимость

5.1.3.1 Точность (погрешность) измерения температуры ВОДТ определяется:

- случайными и систематическими погрешностями системы измерения относительного спектрального смещения резонансной длины волны ВБР Δ, в том числе привнесенными процедурой калибровки ВОДТ;

- точностью аппроксимации калибровочной зависимости (см. 5.1.1.2), если она используется при проведении измерений.

5.1.3.2 Погрешность измерения температуры, выраженная в процентах всего рабочего диапазона, не должна быть ниже значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Тип ВОДТ		Погрешность, %
Стандартные	концевой	±0,75
	проходной	±1,5
Высокотемпературные	концевой	±0,5
	проходной	±1
Специальные	концевой	±0,5
	проходной	±1

5.1.3.3 Конструктивные особенности ВОДТ не должны влиять на воспроизводимость результатов измерений (см. ГОСТ Р ИСО 5725-2).

5.1.3.4 Точность измерения температуры следует указывать в ЭД (ПС или РЭ).

5.1.4 Вносимые потери

5.1.4.1 Вносимые потери ВОДТ (α_{in}) численно равны отношению мощности световой волны, прошедшей через ВОДТ, измеренной за последним соединительным элементом (P_{out}), к мощности световой волны, измеренной перед первым соединительным элементом (P_{in}). Вносимые потери являются неселективными в диапазоне работы ВОДТ, измерение их проводят вне спектральной области отражения ВБР и, как правило, выражают в процентах

$$\alpha_{in} = (P_{out} - P_{in})/P_{in} \cdot 100\ \% \quad (12)$$

или децибелах

$$\alpha_{in} = -10 \cdot \lg(P_{out}/P_{in}). \quad (13)$$

5.1.4.2 Вносимые потери следует указывать в ЭД (ПС или РЭ).

5.1.4.3 Метод определения вносимых потерь приведен в разделе 9.

5.1.5 Параметры чувствительного элемента ВОДТ

5.1.5.1 Типовые параметры ЧЭ:

- коэффициент отражения ВБР, образующей ЧЭ ВОДТ, не превышает 90 %;
- спектральная ширина ВБР не превышает 0,4 нм.

5.1.5.2 В ЭД должны быть указаны:

- резонансная длина волны ВБР ВОДТ;
- коэффициент отражения ВБР;
- спектральная ширина ВБР;
- параметры ВС с записанной ВБР;
- рабочий диапазон температур ВОДТ;
- вид калибровочной зависимости и калибровочные коэффициенты.

5.1.5.3 Резонансную длину волны ВБР ВОДТ определяют при первичной калибровке.

5.1.5.4 Резонансные длины волн ВБР, входящих в состав квазираспределенного ВОДТ, как правило, спектрально разнесены.

5.1.5.5 Спектральное расстояние между пиками ВБР квазираспределенных датчиков выбирают таким образом, чтобы при эксплуатации λ_B двух соседних по спектру ВБР отличалась не менее чем на 1 нм.

5.1.5.6 Материал покрытия оптических волокон ВОДТ, требования к оптическим соединителям выходных световодов, а также требования к защите выходных оптических световодов должны быть установлены в ТУ на ВОДТ конкретного типа.

5.1.5.7 В ВОДТ концевого типа должен осуществляться вывод проходящего оптического излучения для исключения обратного отражения в систему измерения ВОДТ. Для вывода оптического излучения рекомендуется делать скол торца выходного ВС под углом 8°.

5.1.5.8 В качестве оптических соединителей для оконцованных ВОДТ рекомендуется применять соединители феррульного типа с полировкой торца наконечника под наклоном 8°.

5.1.5.9 В ПС на ВОДТ следует указывать рабочий диапазон температур входных/выходных ВС и соединителей.

5.2 Требования стойкости к воздействию климатических факторов

5.2.1 Требования стойкости к воздействию климатических факторов должны быть установлены в ТУ на ВОДТ конкретного типа и соответствовать ГОСТ Р МЭК 60068-2-1, ГОСТ Р МЭК 60068-2-2 и ГОСТ Р МЭК 60068-2-10.

5.3 Требования к системе измерения температуры с использованием ВОДТ

5.3.1 Требования к источнику оптического излучения

Для исключения влияния поляризации на точность измерения смещения резонансной длины волны ВБР рекомендуется использовать деполяризованный либо частично деполяризованный источник оптического излучения. Рекомендуемая интегральная мощность источника оптического излучения на выходе системы измерения составляет не менее 1 мВт.

5.3.2 Основные методы измерения резонансной длины волны ВБР:

- с использованием анализаторов спектра (спектрометры), основанных на принципе дифракционного разделения входящего светового пучка на спектральные составляющие;

- временное сканирование, основанное на перестройке центральной длины волны полупроводниковых лазеров, а также методы, использующие внешнюю фильтрацию излучения перестраиваемым фильтром Фабри-Перо.

5.3.3 Основные метрологические параметры системы измерения температуры с использованием ВОДТ:

- диапазон измерений длин волн в пределах от 1500 до 1600 нм;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн — не более 20 пм;
- повторяемость измерений длин волн — не более 3 пм;
- динамический диапазон измерений длин волн — не менее 10 дБ.

5.3.4 Основные эксплуатационные параметры системы измерения ВОДТ:

- частота опроса — не менее 1 Гц;
- интегральная мощность источника оптического излучения на выходе системы измерений — согласно 5.3.1.

5.4 Требования надежности

Требования надежности ВОДТ должны быть установлены в ТУ на ВОДТ конкретного типа.

5.5 Комплектность

5.5.1 К ВОДТ прилагают ЭД по ГОСТ Р 2.601.

5.5.2 В состав ЭД должен входить ПС по ГОСТ Р 2.601, содержащий перечень основных параметров и характеристик согласно 5.1.

5.5.3 Число и необходимость иных видов ЭД устанавливают в конструкторской документации на ВОДТ конкретного типа.

5.6 Маркировка

5.6.1 На корпусе ВОДТ должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- серийный номер по системе нумерации предприятия-изготовителя.

5.6.2 Маркировка ВОДТ должна соответствовать ГОСТ 18620.

5.6.3 Маркировку на корпус ВОДТ рекомендуется наносить лазерным маркировщиком для обеспечения сохранности в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации.

5.6.4 Расположение отдельных ВБР квазираспределенного датчика следует помечать цветом либо прикреплять съемные бирки.

5.7 Упаковка

5.7.1 ВОДТ помещают в пластиковую упаковку, обеспечивающую укладку выводных концов с соблюдением требований к радиусу изгиба по 11.1.1.

5.7.2 Оптические соединители ВОДТ следует оснастить защитными колпачками.

5.7.3 Маркировку упаковки следует выполнять на ярлыке, приклеенном или иным способом зафиксированном на верхней части упаковки.

5.7.4 На ярлыке должна быть следующая информация:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- серийный номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата изготовления.

5.7.5 Упаковку пломбируют таким образом, чтобы исключить возможность ее вскрытия без нарушения пломб.

6 Требования безопасности ВОДТ

Показатели безопасности должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и быть установлены в ТУ на ВОДТ конкретного типа.

7 Требования охраны окружающей среды

ВОДТ должны быть изготовлены из материалов, которые не оказывают химическое, механическое, радиационное, электромагнитное, термохимическое и биологическое воздействия на окружающую среду и не предполагают дополнительных требований по охране окружающей среды.

8 Правила приемки

8.1 ВОДТ подвергают следующим видам испытаний:
- приемо-сдаточные;
- периодические;
- типовые.

8.2 Каждый ВОДТ следует подвергать приемо-сдаточным испытаниям по методам, приведенным в разделе 9, и сопровождать паспортом, в котором указывают:
- наименование изготовителя;
- товарный знак изготовителя;
- серийный номер изделия;
- условия эксплуатации;
- дату проведения контроля;
- дату проведения первичной калибровки;
- дату приема ОТК.

8.3 Объем проведения приемо-сдаточных испытаний должен быть установлен в ТУ на ВОДТ конкретного типа.

Результаты приемо-сдаточных испытаний оформляют актом приемо-сдаточных испытаний.

8.4 Периодические испытания проводят на ВОДТ, прошедших приемо-сдаточные испытания, не реже одного раза в три года, на соответствие всем требованиям настоящего стандарта, кроме надежности, если иное требование не установлено заказчиком.

Число образцов, предъявляемых на периодические испытания, устанавливают в программе и методике периодических испытаний.

По результатам периодических испытаний ВОДТ оформляют протокол.

8.5 Типовые испытания проводят при внесении в конструкцию ВОДТ или технологию изготовления.

Программу и методику типовых испытаний разрабатывает изготовитель ВОДТ.

В программу испытания следует включать необходимые проверки из состава приемо-сдаточных и периодических испытаний, требования к числу образцов и указания об использовании образцов, подвергнутых типовым испытаниям.

Результаты испытаний оформляют актом типовых испытаний.

9 Методы испытаний

9.1 Условия проведения испытаний

Все контрольные измерения проводят при нормальных климатических условиях:
- температура окружающей среды: (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха: не более 80 %;
- атмосферное давление: в диапазоне 84—106 кПа.

9.2 Требования к квалификации персонала

К проведению испытаний допускаются лица:
- ознакомленные с ЭД на испытываемые ВОДТ и испытательное оборудование;
- ознакомленные с главой 13.1 правил [1];
- имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами [2].

9.3 Требования безопасности персонала

К работам по проведению испытаний должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные правилам техники безопасности.

9.4 Проведение первичной калибровки

9.4.1 Оборудование и материалы

Для проведения первичной калибровки необходимо следующее оборудование:
- система измерения ВОДТ (анализатор спектра ВБР);
- измеритель температуры прецизионный;

- калибратор температуры плоскостной либо погружной для ВОДТ соответствующего типа на требуемый рабочий диапазон температур ВОДТ.

В качестве первичных преобразователей температуры допускается использовать термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651 и преобразователи термоэлектрические с НСХ по ГОСТ 8.585.

9.4.2 Подготовка к контролю

Порядок подготовки к первичной калибровке:

- устанавливают ЧЭ ВОДТ на калибратор температуры;
- устанавливают прецизионный измеритель температуры;
- подключают ЧЭ ВОДТ к системе измерения.

9.4.3 Проведение калибровки

Порядок проведения процедуры калибровки:

- на калибраторе устанавливают начальное значение температуры и фиксируют ее значение с использованием прецизионного измерителя;
- проводят замер референсной длины волны λ_0 (3.4), соответствующей начальному значению температуры, с использованием системы измерения;
- проводят измерение температуры и длин волн в пределах рабочего диапазона температуры ВОДТ, регулируя температуру с использованием калибратора;
- проводят обработку спектральной характеристики отраженного сигнала ВОДТ для определения резонансной длины волны ВБР на каждом шаге.

9.4.4 Обработка результатов

Аппроксимируют результаты измерений резонансной длины волны ВБР на каждом шаге согласно 5.1.1.2 и 5.1.1.3.

9.5 Контроль калибровочных коэффициентов ВОДТ

Контроль калибровочных коэффициентов проводят по процедуре проведения первичной калибровки в соответствии с 9.4.

9.6 Определение вносимых потерь ВОДТ

9.6.1 Оборудование и материалы

Для определения вносимых потерь необходимо следующее оборудование:

- измеритель мощности;
- источник оптического деполяризованного излучения в диапазоне 1500—1600 нм;
- соединительные патч-корды.

9.6.2 Подготовка к контролю

Следует очистить выходные оптические соединители ВОДТ и разъемы широкополосного оптического источника.

9.6.3 Проведение контроля

Контроль проводят следующим образом:

- используя адаптеры, входящие в комплект поставки измерителя оптической мощности, подключают источник излучения к порту детектора измерителя мощности;
- включают источник излучения;
- нормировку измерения интегральной оптической мощности выполняют по длине волны 1550 нм;
- фиксируют опорное значение мощности;
- подключают тестируемое волокно к опорным соединительным патч-кордам;
- записывают измеренное значение мощности.

9.6.4 Обработка результатов

Расчет потерь выполняют по формулам (12), (13) в соответствии с 5.1.4.1.

9.7 Испытания на стойкость к воздействию внешних факторов

9.7.1 Испытания на стойкость к воздействию внешних факторов следует проводить по ГОСТ Р МЭК 60068-2-1, ГОСТ Р МЭК 60068-2-2, ГОСТ Р МЭК 60068-2-10 и ТУ на ВОДТ конкретного типа.

9.8 Подтверждение показателей надежности

9.8.1 Подтверждение показателей надежности следует проводить по ТУ на ВОДТ конкретного типа.

9.9 Испытания на соответствие требованиям безопасности ВОДТ

9.9.1 Испытания на соответствие требованиям безопасности ВОДТ следует проводить по ГОСТ 12.2.007.0 и ТУ на ВОДТ конкретного типа.

10 Транспортирование и хранение

10.1 ВОДТ в упаковке транспортируются всеми видами транспорта, в том числе воздушным транспортом. Допускается транспортирование ВОДТ в контейнерах.

10.2 Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ВОДТ не следует подвергать резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

10.3 Способ укладки транспортной упаковки на транспортирующее средство должен исключать ее перемещение.

10.4 Ящики с ВОДТ следует транспортировать и хранить в определенном положении в соответствии с обозначенными манипуляционными знаками.

10.5 Условия транспортирования должны соответствовать климатическим условиям 3 по ГОСТ 15150.

10.6 Срок пребывания ВОДТ в соответствующих условиях транспортирования не более трех месяцев.

10.7 Условия хранения ВОДТ в транспортной таре должны соответствовать ГОСТ 15150.

10.8 Хранение ВОДТ без упаковки запрещено.

10.9 Воздух помещения, в котором хранятся ВОДТ, не должен содержать коррозионно-активных веществ.

11 Указания по эксплуатации

11.1 Общие требования

11.1.1 Радиус изгиба выводных концов ВОДТ при установке и прокладке должен быть не менее 20 мм.

11.1.2 Перед подключением ВОДТ необходимо провести внешний осмотр и проверить разъемы (при наличии) на загрязненность, после чего протереть оптический соединитель безворсовой салфеткой, смоченной в спирте.

11.1.3 При внешнем осмотре ВОДТ необходимо обратить внимание на отсутствие механических повреждений и изломов выводных концов.

11.1.4 При монтаже ВОДТ следует учитывать, что рабочий диапазон температур выходных ВС и оптических соединителей может отличаться от рабочего диапазона ВОДТ.

Библиография

[1] ПОТ Р О-45-005—95 Правила по охране труда при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания (радиофикации), утверждены приказом Министерства связи Российской Федерации от 18 марта 1996 г. № 26

[2] Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Министерством труда и социальной защиты РФ 24 июля 2013 г.

УДК 681.586.5:006.354 ОКС 33.180.99

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик температуры, измерение температуры, волоконная брэгговская решетка

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.Е. Кругова*

Сдано в набор 11.11.2020. Подписано в печать 01.12.2020 Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru