

Н. С. Краснова¹, Э. Е. Аветян¹, И. В. Парко¹

Контроль основных характеристик оптоволоконна

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: krasnovanadezda25@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена изготовлению и контролю оптоволоконна в Пермской научно-производственной приборостроительной Компании (ОАО «ПНППК»). Оптическое волокно – диэлектрическая направляющая среда, предназначенная для канализации электромагнитных волн оптического и инфракрасного диапазонов. Оптическое волокно состоит из сердцевины, оболочки и первичного акрилатного покрытия и характеризуется профилем показателя преломления. В настоящее время для получения кварцевых заготовок как многомодовых, так и одномодовых оптоволокон с предельно малыми потерями и широкой полосой пропускания во всех промышленно развитых странах мира наибольшее распространение получили парофазные методы, сущность которых заключается в окислении или гидролизе паров четыреххлористого кремния и галогенидов легирующих компонентов. Целью данной статьи является изучение теории по волоконной оптике и измерения основных характеристик оптоволоконных соединений в катушках. Задачами практики являются освоение методов контроля, измерения и анализ волоконных катушек и оптического волокна.

Ключевые слова: измерения оптоволоконна, волоконная катушка, контроль

N. S. Krasnova¹, E. E. Avetyan¹, I. V. Parko¹

Control of the main characteristics of optical fiber

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: krasnovanadezda25@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the manufacture and control of optical fiber at the Perm Scientific and Production Instrument-making Company (JSC "PNPPK"). Optical fiber is a dielectric guiding medium designed for channeling electromagnetic waves of the optical and infrared ranges. The optical fiber consists of a core, a shell and a primary acrylate coating and is characterized by a refractive index profile. At present, vapor-phase methods, the essence of which is the oxidation or hydrolysis of silicon tetrachloride vapors and halides of alloying components, are most widely used in all industrialized countries of the world to produce quartz blanks of both multimode and single-mode optical fibers with extremely low losses and wide bandwidth. The purpose of this article is to study the theory of fiber optics and to measure the main characteristics of fiber-optic connections in coils. The objectives of the practice are to master the methods of control, measurement and analysis of fiber coils and optical fiber.

Keywords: optical fiber measurements, fiber coil, optical fiber control

Введение

Технологический процесс изготовления оптоволоконна состоит из следующих основных операций: изготовление заготовки сердцевины волокна, наращивание оболочки, процесс вытяжки оптической нити с последующим контролем каче-

ства. Эксплуатационные характеристики оптического волокна и его свойства зависят от заготовки сердцевины, поэтому ее качеству уделяется особое внимание.

Методы и материалы

При исследовании данной темы были проведены измерения двух видов катушек и оптического волокна, такие как: длина оптического волокна, коэффициент затухания (потери), h -параметр (изменение экстинкции в зависимости от температуры).

Для измерения оптоволоконных катушек и оптоволокна использовался основной набор инструментов: сварочный аппарат оптоволокна, стриппер, скальватор оптоволокна, безворсовая салфетка и этиловый спирт [1, 2].

Измерение длины и коэффициента затухания проводится с помощью рефлектометра. Процесс проходит следующим образом: свариваются 2 образца оптоволокна – исследуемый и буферное волокно, которые перед этим очищаются от защитно-упрочняющего покрытия и скальваются под прямым углом, далее посылается короткий мощный импульс света, и рефлектометр сразу начинает измерять все возникающие отражения при движении этого импульса вдоль волокна. Импульс немного ослабляется, но продолжает своё движение по волокну, последовательно отражаясь от всех встречаемых на своём пути неоднородностей, пока не дойдёт до конца волокна или до места его полного обрыва. С помощью рефлектометра обнаруживаются и отображаются на рефлектограмме коннекторные соединения, сварные и механические соединения, изгибы и другие неоднородности волокна – так называемые события [3, 4].

Принцип работы прибора основан на анализе отражённых оптических импульсов, излучаемых рефлектометром в оптическое волокно. Полученные с помощью оптического рефлектометра измерения основаны на явлении обратного рассеяния света в волокне и на отражении света от скачков показателя преломления. Импульсы света, распространяясь по линии, испытывают отражения и затухания на неоднородностях линии и вследствие поглощения в среде [5, 6].

Оптический импульс вводится в волокно через направленный ответвитель. Этот импульс распространяется по волокну и ослабляется в соответствии с коэффициентом затухания волокна. Незначительная часть оптической мощности рассеивается, и в результате обратно рассеянное излучение через направленный ответвитель попадает на фотодетектор, преобразуется в электрический сигнал, усиливается, обрабатывается и результат выводится на дисплей.

Для измерений с помощью рефлектометра обычно используются источники с длиной волны света равной 1,31 мкм или 1,55 мкм.

В результате проведенных измерений получается характеристика, именуемая рефлектограммой. Анализ искажённых принятых импульсов позволяет определить длину волоконно-оптической линии, затухание сигнала в ней, включая потери на соединителях и коннекторах, расстояния до мест неоднородностей волокна, которые могут быть связаны с обрывом или изменением его структуры [7, 8].

Измерение h -параметра проводят с помощью экстинетров и поляризационной скамьи. Процесс проходит в несколько этапов: с измеряемого волоконного

контура сматывается наружный и внутренний концы волокна длиной $(1,0 \pm 0,5)$ м.; волокно счищают от защитно-упрочняющего покрытия на концах и скалывают под прямым углом; один конец подготовленного волокна измеряемого контура установить в держатель, а затем в экстинометр; другой конец подготовленного в соответствии волокна измеряемого контура закрепить в адаптере, а затем в поляризационную скамью; провести юстировку поляризационной скамьи, добиваясь максимального значения на дисплее оптического сигнала экстинометра.

Термоцикл протекает следующим образом:

- катушки выдерживаются при 20 градусах;
- температура понижается до минус 50 градусов;
- повышение температуры до 20;
- повышение до плюс 60;
- понижение до 20.

Весь термоцикл длится 5 часов 45 минут.

Результаты

В данном разделе будут приведены полученные данные во время исследования.

На графике видно, как меняется температура за все время цикла (рис. 1).



Рис. 1. Изменение температуры за время термоцикла

Ниже представлена рефлектограмма оптоволокна, на графике видно место сварки (небольшая ступенька в начале графика) и конец волокна (большой пик в конце графика) (рис. 2).

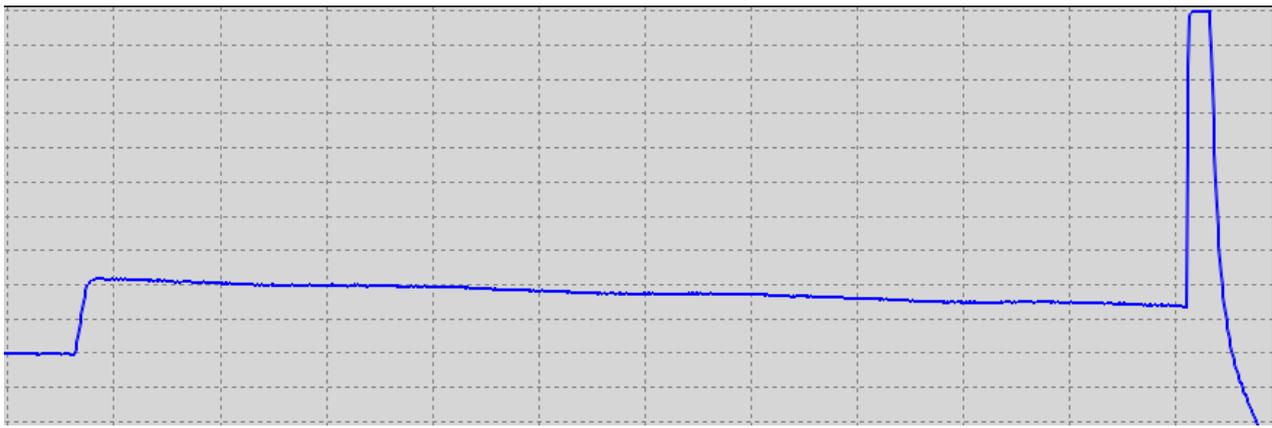


Рис.2. Рефлектограмма оптоволокна

Данные, полученные при измерении оптоволокна, снятые с графика представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что h -параметр в волокне значительно ниже, по сравнению с катушками, это можно объяснить отсутствием дополнительных напряжений, которые возникают в катушке из-за отверждения компаунда (клея) [9, 10].

Таблица 1

Результаты измерений

Параметр Изделие	Длина, м	Коэффициент затухания, дБ/км	h -параметр, $\cdot 10^{-5}1/м$				
			T=20	T=-50	T=20	T=60	T=20
Катушка 1(D=70)	515	0,5	0,7	0,6	0,8	0,1	0,7
Катушка 2(D=70)	514	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Катушка 3(D=120)	1009	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Катушка 4(D=120)	1013	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4
Оптическое волокно в свободной намотке	1049	0,4	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04

Заключение

Полученные данные позволяют сделать вывод, какие параметры проходят по допустимым значениям (длине катушки, коэффициенту затухания и измеренной длине) и по параметру (h - параметру), а какие – нет, следовательно, оптоволокно уходит на переработку или на передержку.

Данные оптоволоконна, которые полностью соответствуют нужным параметрам, позволяют его использовать в производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слепов Н. Н. Волоконно-оптическая техника. Современное состояние и новые перспективы / Под редакцией С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепов. - М.: Техносфера, 2015. – 608 с.
2. Удда Э. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников / Э. Удда. - М.: Техносфера, 2013. – 706 с.
3. Соколов А.В. Защита информации в распределенных корпоративных сетях и системах / А.В. Соколов, В.Ф. Шаньгин. - М.: ДМК Пресс, 2013. – 656 с.
4. Новиков Ю.В. Аппаратура локальных сетей: функции, выбор, разработка / Ю.В. Новиков, Д.Г. Карпенко. - М.: Эком, 2013. – 288 с.
5. Носов Ю.Р. Оптоэлектроника. – 2е изд., перераб и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 360 с.
6. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП). Учебное пособие. Часть 1. – Новосибирск, НЭИС, 1994. – 76 с.
7. Фокин В.Г. Основные принципы АТМ. – Новосибирск, СибГУТИ, 1999, – 72 с.
8. Гребнев А.К., Гридин В.Н., Дмитриев В.П. Оптоэлектронные элементы и устройства. – М.: Радио и связь, 1998. – 336 с.
9. Алавердян С.А. Оптоэлектронные модули для ВОЛС // Лазерная техника и оптоэлектроника, 1994, – 69 с.
10. Белоногова Е.К., Дьякова Ю.Г. ВОЛС – становление отечественного рынка//Лазерная техника и оптоэлектроника, 1992, – 30 с.

© Н. С. Краснова, Э. Е. Аветян, И. В. Парко, 2023