

П. Ф. Бжицких^{1}, А. Ю. Песков¹, Е. Г. Бобылева¹*

Общий контроль качества оптоволоконна

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: pavel.bzhiczkih@mail.ru

Аннотация. В статье пойдет речь о важности контроля качества в процессе производства оптоволоконна и компетентности ответственных за этот процесс. Для проведения таких работ человек должен быть осведомлен в области электронной волоконной оптики, так как без этих знаний работа не будет считаться действительно проделанной. В процессе требуется быть тщательным и скрупулезным по отношению к продукту производства, иначе бракованное изделие, будучи в использовании, может привести к серьезным потерям как денежных средств, так и авторитета предприятия. Оптоволоконно обеспечивает высокую скорость передачи информации на большие расстояния с минимальными потерями информации и считается одной из наиболее эффективных технологий связи. Механизм действия оптоволоконна основан на принципе полного внутреннего отражения, то есть непрерывном преломлении потоков света под малыми углами, это явление не дает световым лучам проникнуть дальше сердцевины оптоволоконна. Оно работает как диэлектрическая волноводная среда, проводящая электромагнитные волны в оптическом и инфракрасном диапазонах. В работе также подчеркиваются преимущества оптоволоконна, такие как малые потери, высокая скорость передачи данных на большие расстояния. Анализ и сделанные выводы были проведены непосредственно во время производственной практики.

Ключевые слова: оптоволоконно, эффективность, контроль качества, производственная практика, производств.

P. F. Brzickikh^{1}, A. Y. Peskov¹, E. G. Bobileva¹*

General fiber quality control

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,
Russian Federation
* e-mail: pavel.bzhiczkih@mail.ru

Annotation. The article will discuss the importance of quality control in the optical fiber production process and the competence of those responsible for this process. To carry out such work, a person must be knowledgeable in the field of electronic fiber optics, since without this knowledge the work will not be considered truly done. In the process, you need to be careful and scrupulous in relation to the production product, otherwise a defective product, if in use, can lead to serious losses of both money and the authority of the enterprise. Optical fiber provides high speed information transfer over long distances with minimal information loss and is considered one of the most effective communication technologies. The mechanism of action of optical fiber is based on the principle of total internal reflection, that is, the continuous refraction of light streams at small angles; this phenomenon does not allow light rays to penetrate beyond the core of the optical fiber. It operates as a dielectric waveguide medium that conducts electromagnetic waves in the optical and infrared ranges. The work also highlights the advantages of optical fiber, such as low loss, high data transmission speed over long distances. The analysis and conclusions drawn were carried out directly during the practical training.

Keywords: optical fiber, efficiency, quality control, production practice, productions

Введение

Говоря о проблеме, поднимаемой в данной статье, можно сказать, что высокая скорость передачи данных стала неотъемлемой частью нашей жизни, технология коммуникаций с помощью оптического волокна на данный момент – один из передовых способов удовлетворения потребности людей. В ходе работы был изучен вопрос производства и контроля качества оптоволокна для того, чтобы осветить каким наилучшим способом реализовать потенциал данной технологии [1–5].

Основной целью производственной практики являлось получение первичных знаний и навыков в приборостроительной области подготовки по методическим указаниям электронно-волоконной оптики, были изучены места применения лазерных и других устройств, оптоволоконных датчиков и программного обеспечения в сфере оптоволоконных устройств и сетей.

Необходимо было научиться правилам работы с ними, усвоить методы обнаружения и исправления неисправностей, получить навыки монтажного обслуживания, а также зависимости поведения датчиков и устройств от внешних факторов, таких как: перегибы, температура, давление, позиционное смещение относительно трёх плоскостей и другие. Проверить мощностные характеристики при помощи соединения различными коннекторами и пропускные характеристики волокна различного типа и длины [6–16].

Одной из главных задач являлось обучение сбору и анализу данных, представление их в удобном для понимания виде.

Методы и материалы

Проблема, поставленная в работе, заключается в том, что оптоволокно является одним из основных элементов в современной коммуникации, но для его производства и использования требуются высокая точность и контроль качества для обеспечения использования полного потенциала данной технологии.

Оптическое волокно представляет собой светопрозрачный материал в виде нитей небольшого размера круглого сечения. Оно функционирует, как волновод, по которому осуществляется передача фотонов в видимом или инфракрасном диапазоне спектра со скоростью света [17–18].

Разработка производства оптического волокна подразделяется на шесть основных этапов:

1) Исследование и разработка концепции: на этом этапе проводятся научные исследования и определение концепции оптического волокна. Определяются требования к волокну, пропускная способность, дальность передачи, устойчивость к внешним воздействиям и факторам. Также исследуется оптимальный материал, структура и форма волокна.

2) Проектирование и моделирование: здесь создается детальный проект оптического волокна на основе разработанной концепции [17]. В этом процессе используются специализированные программы для моделирования светового распространения в волокне, анализа потерь и других характеристик. Проектирование включает определение геометрии, материалов и слоев.

3) Изготовление прототипа: после проектирования создается прототип оптического волокна. Для этого используются различные технологии, такие как тяговое вытягивание, химическое осаждение, ступенчатый индекс изменения показателя преломления, модификация и другие. Прототип волокна затем подвергается обширным испытаниям, включая проверку механических прочностей, пропускной способности и световых потерь.

4) Оптимизация и модификация: на этом этапе осуществляется анализ результатов испытаний прототипа и его улучшение. Проводятся настройки параметров изготовления, внедрение новых материалов и технологий, а также улучшение структуры волокна при помощи легирующих добавок для повышения его характеристик.

5) Производство: после успешной оптимизации прототипа наступает этап промышленного производства оптического волокна. Здесь осуществляется массовый выпуск волокон с использованием определенных технологий производства, контроля качества и тестирования.

6) Тестирование и сертификация: завершающим этапом является тестирование и сертификация произведенного оптического волокна. Убеждаются, что волокно соответствует всем заданным техническим требованиям и имеющимся стандартам [18–19]. Тестируются его электрические, механические и оптические характеристики.

При производстве оптоволокна каждое изделие проходит контроль качества. Во время прохождения производственной практики изучалось множество этапов данной стадии производства продукции. Таким образом были приобретены новые теоретические и практические знания в области электронно-волоконной оптики. Были получены зависимости мощностных параметров лазеров и навыки работы с ними. Укоренилось понимание аналитики графиков.

Все измерения расстояний между конструктивными элементами оптических схем, а также параметров волновой оптики выполнялись на специальном оптическом столе. Одним из устройств, на котором проводился контроль качества, являлся спектроанализатор Yokogawa AQ6370D.

Спектроанализаторы предназначены для измерений длины волны с абсолютной погрешностью, не превышающей 0,2 нм, и уровня средней мощности оптического излучения, а также проведения анализа оптического спектра в волоконно-оптических системах передачи, в том числе со спектральным уплотнением каналов [20].

Принцип действия анализаторов основан на выделении спектральных составляющих оптического излучения, поступающего на вход монохроматора для фильтрации каналов волоконно-оптической системы передач с высоким оптическим разрешением и точным выбором соответствующих длин волн и последующей обработки полученной информации для воспроизведения на экране.

Между собой различные типы спектроанализаторов отличаются разрешением, погрешностью измерений, типом применяемого оптического волокна и типом разъемов для подключения.

Во время практики были получены навыки чтения рефлектограмм и причины возникновения событий на них, рассмотрены методы обслуживания и исправления неисправностей в оптоволоконных сетях, приобретены умения работать со специализированными приборами: оптический инвертированный микроскоп Leica DMi8M, аппарат для сварки оптического волокна SWIFT K11, анализатор оптического спектра Yokogawa AQ6370D и др. Во время практики были ознакомлены с новыми областями применения лазерных устройств и датчиков, с их принцип работы и проверки на чувствительность.

Расчетные операции проводились в программе Excel – выполнение сложных математических вычислений и построение графиков. По итогам была пройдена подготовка к производству монтажных работ, опыт и знания в сборке и чтении оптических схем, получены компетенции в естественно-математических и оптико-технологических областях.

Заключение

В заключение можно отметить, что оптоволокно является одним из ключевых элементов в современных коммуникационных системах, позволяет обеспечить высокую эффективность передачи данных с минимальными потерями информации.

В ходе исследования были рассмотрены такие темы как преимущества оптоволокна, его производство, процесс контроля качества и используемое оборудование и приборы для проведения тестов на производственной практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов ; редактор А. М. Дальский. - 6-е издание, исправленное и дополненное. - Москва : Машиностроение, 2005. - 592 с. - ~Б. ц. - Текст : непосредственный.
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов, допущено УМО / В. Б. Арзамасов [и др.] ; под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепашина. - 3-е издание, стереотипное. - Москва : Академия, 2011. - 446, [2] с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-8359-9 – Текст : непосредственный.
3. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс] : учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 397 с. – Режим доступа: <http://znanium.com> – Загл. с экрана.
4. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> (дата обращения: 28.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Кривовяз, Л. М. Практика оптической измерительной лаборатории / Л. М. Кривовяз, Д. Т. Пуряев, М. А. Знаменская. – Москва : Машиностроение, 2004. – 333 с. – Текст : электронный // <http://5fan.ru> : [сайт]. – URL : <http://5fan.ru/wievjob.php?id=1136> (дата обращения: 6.02.2024). – Режим доступа : свободный.
6. Ардамацкий, А. Л. Алмазная обработка оптических деталей / А. Л. Ардамацкий. – Ленинград : Машиностроение, 1978. – 232 с. – Текст : непосредственный.
7. Бардин, А. Н. Сборка и юстировка оптических приборов [Текст] / А. Н. Бардин. – Москва : Высшая школа, 2005. – 325 с. – Текст : непосредственный.

8. Заказнов, Н. П. Изготовление асферической оптики / Н. П. Заказнов, В. В. Горелик. – Москва : Машиностроение, 1985. – 248 с. – Текст : непосредственный.
9. Зубаков, В. Г. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков, М. Н. Семибратов, С. К. Штандель. – Москва : Машиностроение, 1985. – 368 с. – Текст : непосредственный.
10. Кручинин, Д. Ю. Подготовка оптического производства для изготовления круговых шкал (лимбов) / Д. Ю. Кручинин. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2008. – 24 с. – Текст : непосредственный.
11. Малов, А. Н. Обработка деталей оптических приборов / А. Н. Малов, В. П. Законников. – Москва : Машиностроение, 2006. – 304 с. – Текст : непосредственный.
12. Михнев, Р. А. Оборудование оптических цехов / Р. А. Михнев, С. К. Штандель. – Москва : Машиностроение, 1981. – 368 с. – Текст : электронный // <http://5fan.ru> : [сайт]. – URL : <http://5fan.ru/wievjob.php?id=42278> (дата обращения: 01.02.2022). – Режим доступа: свободный.
13. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х частях / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 2001. – Текст : непосредственный.
14. Справочник технолога-оптика / Под ред. М. А. Окатова. – Санкт-Петербург : Политехника, 2004. – 679 с. – Текст : непосредственный.
15. Фотоника и оптоинформатика : лабораторный практикум Ч. 3. Волоконно-оптические датчики : учебно-методическое пособие / сост. В. А. Максименко, А. А. Гаркушин, И. С. Азанова, Д. И. Шевцов, М. И. Булатов Лаборатории фотоники НОЦ ПАО «ПНППК». Изд-во: Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023 – 70 с. ил. 35. – Текст : непосредственный.
16. Зверев, В. А. Оптические материалы : учеб. пособие / В. А. Зверев, Е. В. Кривокустова, Т. В. Точилина. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-1899-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168855> (дата обращения: 6.02.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей.
17. Фотоника и оптоинформатика. Основы волоконной оптики : лаб. практикум / И. С. Азанова, Г. Н. Вотинов, В. С. Кирчанов, М. И. Булатов, Н. С. Григорьев, Н. А. Мальков. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023 – 101 с. – Текст : непосредственный.
18. Квантовая и оптическая электроника : лабораторный практикум. Ч. 2. Оптическая электроника : учебно-методическое пособие / сост. И. Л. Вольхин, А. С. Ажеганов, М. П.
19. Фотоника и оптоинформатика. Волоконные брэгговские решетки : учеб.-метод. пособие / И. Л. Вольхин, А. С. Луценко, Н. А. Мальков, Н. С. Григорьев [и др.]. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023 – 94 с. – Текст : непосредственный.
20. Булатов, Н. А. Мальков, М. А. Ветошкин, К. А. Овчинников ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2022. – 120 с. – Текст : непосредственный.

© П. Ф. Бжицких, А. Ю. Песков, Е. Г. Бобылева, 2024