

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ

УДК 625.321.6

В. Н. ФОМИЧЕВ, кандидат технических наук; А. С. КРУГЛИК, студентка; Н. Ю. СТОЛЯРОВА, студентка, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОГРАММ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Изучен автоматизированный метод исследования волоконно-оптических линий связи. Проведен сравнительный анализ рефлектограмм оптических кабелей различной протяженности. Произведен регрессионный анализ рефлектограмм оптических волокон. Приведены поля корреляции, показывающие значения отклонений реального значения затуханий волокна от полученных уравнений регрессии. Выполнено суммирование числовых данных, полученных в результате конвертирования рефлектограмм. Приведены рефлектограммы, полученные при измерении линий с различным сроком эксплуатации.

Одним из основных направлений современного научно-технического прогресса является всестороннее развитие волоконно-оптических систем связи, обеспечивающих возможность доставки на значительные расстояния чрезвычайно большого объема информации с наивысшей скоростью. Современные волоконно-оптические системы требуют проведения более сложной процедуры измерений в полевых условиях, чем традиционные системы. В связи с этим к волоконно-оптическим линиям предъявляются достаточно высокие требования. Чтобы соответствовать этим требованиям, необходимо совершенствовать систему обслуживания линий.

Автоматизированный метод анализа заключается в конвертировании графического представления рефлектограмм в цифровые данные. В результате оцифровки рефлектограмма представляется в виде выборок значений расстояний линии и соответствующим этим расстояниям затуханий. В данных исследованиях для этих целей использовалась программа Fiberizer Desktop компании Optixsoft. Автоматизированный метод позволяет сократить затрачиваемое время на анализ рефлектограмм и увеличить его точность.

Для исследования использовались рефлектограммы оптических волокон в двух эксплуатируемых кабелях марки ОКСТ-10-0.2-0.25-8 (волокна № 1, 4 и 8). Длина исследуемых кабелей составила соответственно 6,51 и 17,95 км, их время эксплуатации – 5 лет. Измерения проводились на длине волны 1310 нм. Ширина измерительного импульса для короткой линии составила 30 нс, для длинной – 90 нс. В результате конвертирования рефлектограмм в цифровые данные было получено по 2200 и 5500 точек для короткой и длинной линии соответственно. В ходе работы был проведен корреляционный анализ оцифрованных рефлектограмм оптических волокон данных кабелей с помощью пакета прикладных программ Statgraphics Centurion XV. Были рассчитаны уравнения регрессии уровня сигнала от расстояния. Далее были определены отклонения реального значения затухания волокна в рассматриваемых точках от полученных уравнений регрессии. На рисунках 1 и 2 приведены для примера поля корреляции, показывающие значения этих отклонений затуханий от уравнений регрессии попарно в оптических волокнах № 1 и 4 в рассматриваемых точках, соответственно для линий длиной 6,51 и 17,95 км.

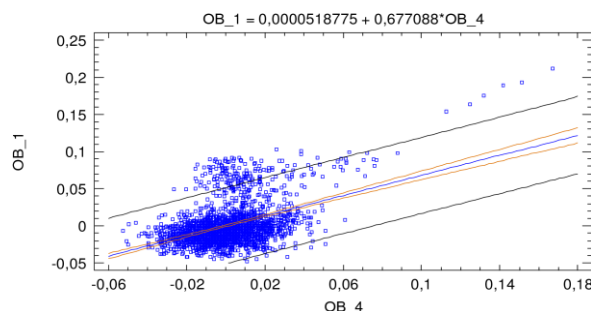


Рисунок 1 – Зависимость отклонений рефлектограмм для ОВ № 1 и ОВ № 4 для короткой линии

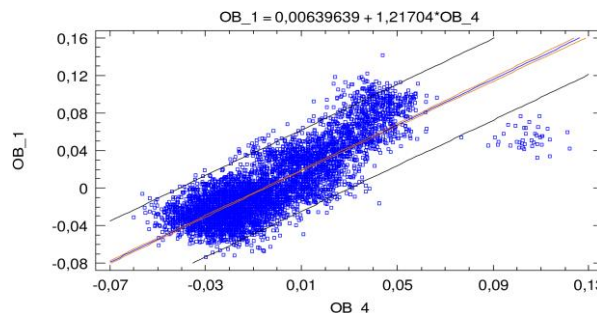


Рисунок 2 – Зависимость отклонений рефлектограмм для ОВ № 1 и ОВ № 4 для длинной линии

На основании этих данных были рассчитаны коэффициенты корреляции, показывающие степень зависимости между отклонением затуханий в точках рефлектограмм, имеющих одинаковые координаты, разных волокон кабеля, а также произведена оценка коэффициентов корреляции (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа

Исследуемые волокна	Оценка коэффициента корреляции для линий	
	короткой (6,51 км)	длинной (17,95 км)
ОВ № 1 и ОВ № 4	0,441	0,817
ОВ № 4 и ОВ № 8	0,517	0,816

Для длинной линии оценки коэффициентов корреляции ближе к единице, чем для короткой, что указывает на наличие большей линейной функциональной зависимости между величинами. Это объясняется большим числом цифровых значений затуханий рефлектограмм длинной линии (примерно в 2 раза).

Одним из важнейших свойств оптического волокна является долговечность. Время нормальной работы волокна, то есть сохранение им своих свойств в определенных пределах, может превышать 20 лет. Был произведен автоматизированный анализ рефлектограмм волоконно-оптических линий с различным сроком эксплуатации. Для этого были выбраны рефлектограммы двух линий, находящихся в эксплуатации 5 и 11 лет. Длины этих линий приблизительно равны (порядка 7 км). Измерения проводились на длине волны 1310 нм, ширина импульса – 90 нс, количество усреднений – 4×4096 .

Аналогично приведенной выше методике рефлектограммы трех оптических волокон в каждом кабеле были конвертированы в цифровые данные (около 2200 точек).

Были проведены регрессионный и корреляционный анализы зависимости между отклонением затуханий в точках рефлектограмм, имеющих одинаковые координаты, разных волокон кабеля, а также произведена оценка коэффициентов корреляции. В результате корреляционного анализа рефлектограмм двух пар оптических волокон обоих кабелей были определены величины оценок коэффициентов корреляции (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа

Пара волокон	Оценка коэффициента корреляции для линии со сроком эксплуатации, лет	
	5	11
1	0,441	0,509
2	0,517	0,663

Из результатов видно, что оценки коэффициентов корреляции при исследовании длительно используемых линий чуть выше аналогичных значений оценок для линий, проложенных позже, т. е. при более длительном времени эксплуатации внешние факторы для кабеля играют большую роль.

На рисунке 3 приведен график, полученный как сумма рефлектограмм исследуемых волокон, каждая точка данного графика соответствует точкам, полученным в результате измерений. Построение графика начинается с отметки 1,0 км, что соответствует окончанию компенсационной катушки и началу измеряемой линии.

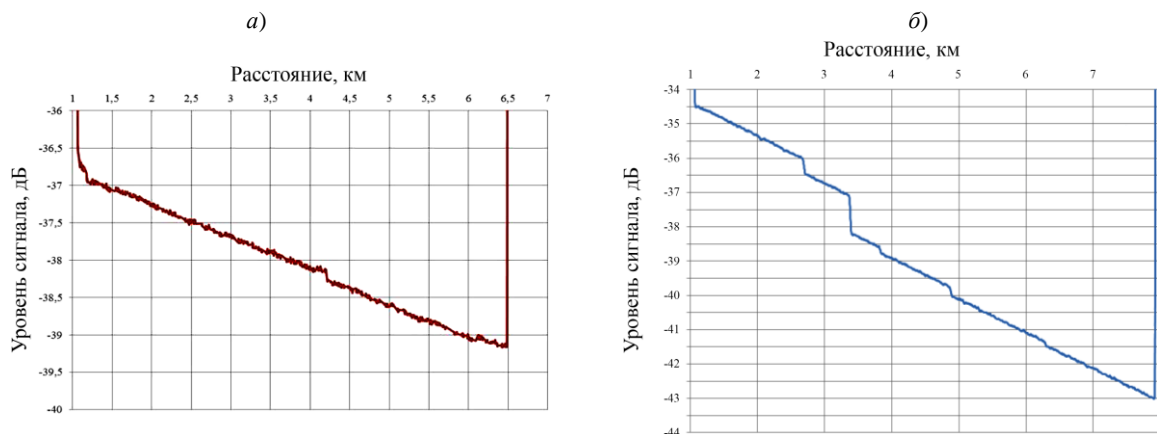


Рисунок 3 – Общая рефлектограмма исследуемых волокон для линии со сроком эксплуатации: а – 5 лет; б – 11 лет

Общая для всех волокон рефлектограмма позволяет более четко определить месторасположение неоднородностей в оптическом волокне (разъемные и неразъемные соединения, трещины, сильные изгибы), которые могут быть не обнаружены при анализе каждой отдельно взятой рефлектограммы, так как потери при хорошей сварке оптического волокна современными приборами могут быть близки к 0.

В данном случае для линии с меньшим сроком эксплуатации (см. рисунок 3, а) такие неоднородности менее различимы. Либо сварные соединения были выполнены так хорошо, что неоднородности могли быть не обнаружены. У линии же, срок эксплуатации которой составил 11 лет (см. рисунок 3, б), места с повышенным затуханием более очевидны. Это объясняется более продолжительным воздействием различных факторов, влияющих на затухание сигнала в волокне.

Таким образом, данные исследования свидетельствуют, что автоматизированный метод анализа рефлек-

тограмм оптических волокон показал лучшие результаты при работе с длинными линиями. Суммирование рефлектограмм лучше выявляет неоднородности на линиях с меньшим сроком эксплуатации.

Список литературы

- 1 Листвин, А. В. Оптические волокна для линий связи / А. В. Листвин, В. Н. Листвин, Д. В. Швырков. – М. : ЛЕСАРпт, 2003. – 189 с.
- 2 Листвин, А. В. Рефлектометрия оптических волокон / А. В. Листвин, В. Н. Листвин. – М. : ЛЕСАРпт, 2005. – 208 с.
- 3 Убайдулаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдулаев. – М. : Техносфера, 2003. – 237 с.
- 4 Фомичев, В. Н. Метод обнаружения мест возможных повреждений в волоконно-оптическом кабеле / В. Н. Фомичев, В. В. Евдочков // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2010. – № 2 (21). – С. 104–105.

Получено 30.10.2013

V. N. Fomichev, A. S. Kruglik, N. Y. Stoliarova. Comparative analysis of reflectograms of optical fibers for the various indicators by automated method.

There were studied automated method for research fiber-optic communication lines. It was made a comparative analysis of different lengths optical cables reflectograms. A regression analysis of reflectograms of the optical fibers was made. The scatterplots, showing the values of the deviations of the real fiber attenuation values obtained from regression equations was considered. The amounts obtained from the conversion of reflectograms was summed. The reflectograms obtained by measuring the lines with different service life was considered.