

# Затухание мощности сигнала в оптическом волокне при воздействии раздавливающего усилия на внутриобъектовые оптические кабели

**Аннотация.** Представлены результаты испытаний на раздавливание внутриобъектовых оптических кабелей марок OBHCLS-HF, OBHPLS-HF, OBHBSL-HF, которые используют провайдеры для организации связи внутри помещений. Кабели изготавливают в соответствии с требованиями технических условий. Испытание проводили на установке растяжения и раздавливания типа РПК-ЕК2, а при испытании при нагрузках менее 500 Н на разрывной машине марки H5KS фирмы Hounsfield. Проведены измерения мощности сигнала в оптическом волокне при помощи оптического тестера типа ОТ-2-6 и рассчитан прирост затухания в зависимости от величины раздавливающего усилия, воздействующего на кабель.

**Ключевые слова:** оптический кабель, оптическое волокно, измерение затухания, мощность сигнала, прирост затухания, раздавливающее усилие.

**Abstract.** The paper presents the crushing test results of OBHCLS-HF, OBHPLS-HF, OBHBSL-HF in-plant optical cables used by providers for interior communication links. The cables are manufactured in accordance with the specification requirements. The test was carried out using the PPK-EK2 stretching and crushing unit. The test with loads less than 500 N was performed on the Hounsfield H5KS tensile test machine. The optical fiber signal strength was measured using the OT-2-6 optical tester; the attenuation increment was calculated versus the value of the crushing force applied to the cable.

**Key words:** optical cable; optical fiber; attenuation measurement; signal strength; attenuation increment; crushing force.

Материал поступил в редакцию 22.12.2016  
Боев М.А. E-mail: maboev@mail.ru  
Зин Мин Латт E-mail: zinminlatt13988@gmail.com

В работе приведены результаты измерения величины мощности сигнала в оптическом волокне (ОВ) и рассчитан прирост затухания в зависимости от величины раздавливающего усилия, воздействующего на внутриобъектовые оптические кабели (ОК.). Объектом испытаний являлись кабели марок OBHCLS-HF-1A1(0.9)-0,2, OBHPLS-HF-8A1(0.9)-1,0 и OBHBSL-HF-8A(0.9)-0,5Д2 [1]. Испытания проводили на установке растяжения и раздавливания кабелей типа РПК-ЕК2 (рис. 1) [2], способной создать максимальное раздавливающее усилие 100 кН и на разрывной машине марки H5KS фирмы Hounsfield (рис. 2) [3], способной создать максимальное раздавливающее усилие 5 кН. Эта разрывная машина позволяет установить величину усилия растяжения или сжатия в диапазоне от 0 до 5 кН с точностью менее 0,1 Н. Длина испытуемого участка кабеля при раздавливании составляла 10 см.

Для испытаний на раздавливание использовали образцы ОК длиной около 10 м. Для проведения измерения затухания ( $\alpha$ ) с помощью рефлектометра этой длины недостаточно. Подобные проблемы решают путем сварки оптических волокон, посредством которой волокна из разных модулей последовательно соединяют одно за другим, что увеличивает оптическую длину. В данной работе использовали автоматический аппарат для сварки типа Fujikura 4SM 40S. После

соединения ОВ образуется шлейф, который подключают к рефлектометру, порой через компенсационную катушку, которая также увеличивает оптическую длину.



Рис. 1. Испытательная установка для растягивающей и раздавливающей нагрузки типа РПК-ЕК2



Рис. 2. Разрывная машина марки H5KS

Образец кабеля на установке РПК-ЕК2 пропускали через систему роликов и закрепляли. Крепление образца осуществляли в специально сконструированных захватах, исключающих проскальзывание и раздавливание закрепляемых концов оптического кабеля, а также обеспечивающих осесимметричное приложение раздавливающей нагрузки к образцу.

В процессе приложения механического усилия контролировали величину основной передаточной характеристики ОВ в образце кабеля – мощность оптического сигнала, распространяющегося по волокну. Для измерения затухания этого сигнала использовали рефлектометр типа YOKOGAWA AQ7275 и оптический тестер типа ОТ-2-6 [4]. Этот оптический тестер (рис. 3) предназначен для измерения оптической мощности и затухания в волоконно-оптических линиях связи и компонентах волоконно-оптической техники, а также для генерации стабилизированного оптического излучения.

В одном малогабаритном корпусе тестера объединены источник оптического излучения и измеритель мощности, что позволяет при помощи одного устройства измерить ряд оптических параметров.

Общими характеристиками технических возможностей тестера типа ОТ-2-6 являются:

- хранение результатов измерений в энергонезависимой памяти с привязкой ко времени и дате проведения измерений (256 ячеек памяти);
- возможность управления измерителем мощности с помощью ПЭВМ (внешний вид программы);
- считывание и просмотр результатов измерений на ПЭВМ;
- три основных длины волны калибровки 850, 1310 и 1550 нм;

Рис. 3. Оптический тестер типа ОТ-2-6

- возможность изменения значения длины волны измеряемого оптического излучения на  $\pm 40$  нм с шагом 5 нм около выбранной центральной длины волны диапазона с целью повышения точности измерения;
- режим измерения относительных уровней;
- два режима работы источника оптического излучения:
  - непрерывный,
  - импульсный с частотой модуляции 2 кГц.

В данной статье представлены результаты измерения величины затухания мощности сигнала и рассчитан прирост затухания в зависимости от величины раздавливающего усилия кабелями марок ОВНСLS-HF-1A1(0.9)-0,2, ОВНPLS-HF-8A1(0.9)-1,0 и ОВНBLС-HF-8A(0.9)-0,5Д2. Кабели испытывали на разрывной машине марки H5KS фирмы Hounsfield и на установке для испытаний на растяжение и раздавливание типа РПК-ЕК2. При этом величину изменения затухания мощности сигнала в ОВ, измеренную с помощью оптического тестера, рассчитывали по формуле [5]:

$$\Delta\alpha = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (1)$$

где  $\Delta\alpha$  – изменение величины затухания мощности сигнала в ОВ;

$P_1$  – мощность сигнала в начале линии (образца кабеля);  
 $P_2$  – мощность сигнала в конце линии (образца кабеля).  
 Полученные результаты представлены на рис. 4–6.

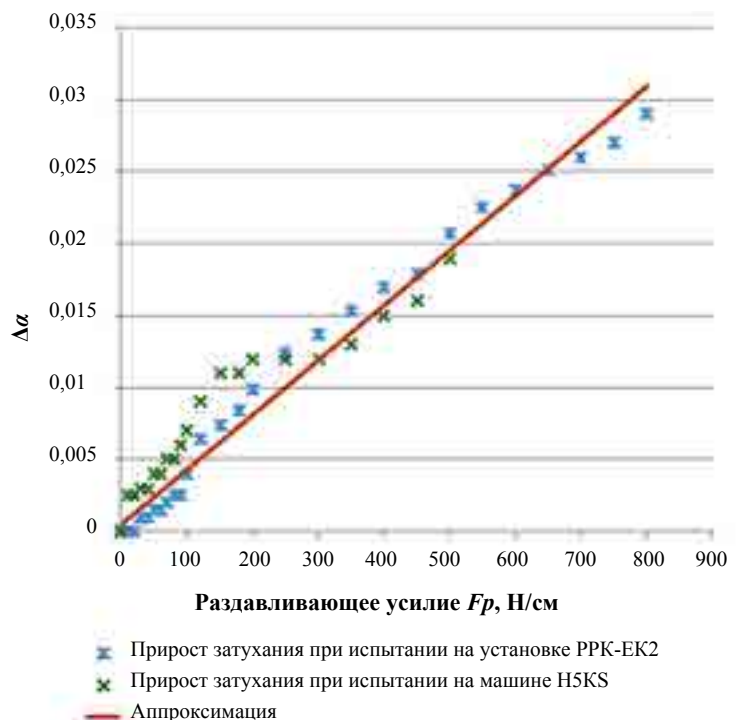
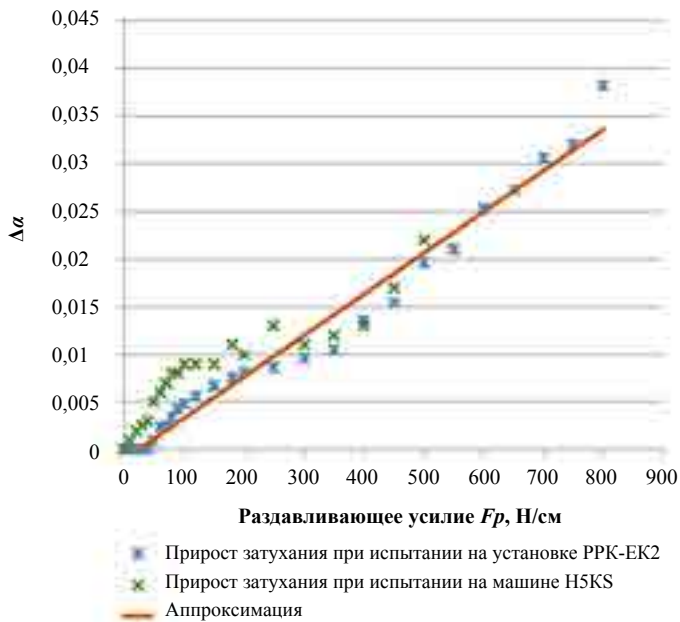
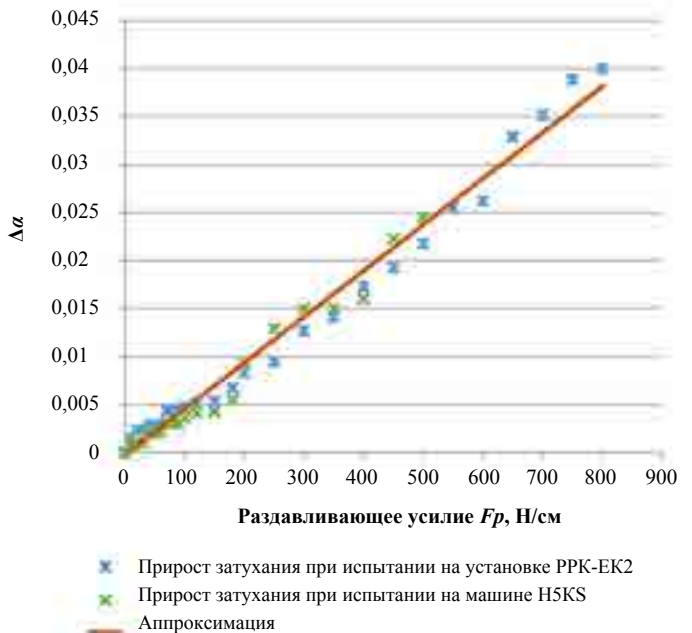


Рис. 4. Прирост затухания сигнала в ОВ в зависимости от раздавливающего усилия, воздействующего на кабель марки ОВНСLS-HF-1A1(0.9)-0,2



**Рис. 5.** Прирост затухания сигнала в ОВ в зависимости от раздавливающего усилия, воздействующего на кабель марки OBHPLS-HF-8A1(0.9)-1,0



**Рис. 6.** Прирост затухания сигнала в ОВ в зависимости от раздавливающего усилия, воздействующего на кабель марки OBHPLS-HF-8A(0.9)-0,5Д2

Проведенные испытания позволили регламентировать в ТУ 3587-003-58743450–2014 на изготовление кабелей исследованных марок требования по стойкости к раздавливающему усилию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боев М.А., Зин Мин Латт. Современные конструкции внутри-объектовых оптических кабелей для широкополосного доступа // Кабели и провода. – 2016. – № 5 (360). – С. 31–36.

2. Боев М. А., Маунг Эй. Кратковременная механическая прочность подвесных оптических кабелей // Кабели и провода. – 2015. – № 4 (353). – С. 22–26.

3. Боев М. А., Аунг Хаинг У. Исследование влияния механических и климатических воздействий на характеристики оптических кабелей для локальной вычислительной сети // Вестник МЭИ. – 2012. – № 1. – С. 75–77.

4. Оптический тестер ОТ-2-6 [Оборудование для ВОЛС]. URL: <http://www.telcross.ru/index.php/2009-02-10-13-05-46/sample-menu-2/123--2-6.html> (дата обращения 19.12.2016).

5. Холодный С.Д., Серебрянников С.В., Боев М.А. Методы испытаний и диагностики в электроизоляционной и кабельной технике: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 232 с.

ВЫСТАВКИ



# Выставка «Электрические сети России»

В период с 6 по 9 декабря 2016 г. на ВДНХ состоялась международная выставка «Электрические сети России». В работе выставки приняли участие 350 фирм и организаций из России, Азербайджана, Республики Беларусь, Венгрии, Германии, Испании, Италии, Казахстана, Китая, Польши, Сербии, США, Тайваня, Украины, Финляндии, Франции, Хорватии, Чехии, Швейцарии и Швеции. Участвовали представители научных, проектных, строительных и эксплуатационных организаций, энергетики стран СНГ и зарубежных фирм, представители производителей оборудования, конструкций и материалов. Выставку посетили около 25 000 человек.

Участниками выставки были кабельные заводы «Инкаб», «Людиновкабель», Самарская кабельная компания, «Саранскабель», «Саранскабель-Оптика», «ЭМ-КАБЕЛЬ», «Энсто РУС», холдинги «Кабельный Альянс», «Ункомтех».

В рамках деловой программы выставки состоялось рабочее совещание «Стратегия развития кабельной промышленности в среднесрочной перспективе», организованное медиахолдингом «РусКабель». На совещании с докладами об инновационных кабельных изделиях выступили представители заводов «Камский кабель», «Лидер-Компаунд», «Москабельмет», «Нексанс РУС», «Таткабель», «Ункомтех», «ЭМ-КАБЕЛЬ».

