

ВОЗМОЖНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

И. О. КОСЯКОВ, М. А. ЛИПСКАЯ, А. К. МЕКЕБАЕВА, А. Б. МАТАЕВА

*Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева,
050012, Алма-Ата, Казахстан
E-mail: m_ard@mail.ru*

Представлено исследование факторов, влияющих на прочность оптического волокна в процессе его эксплуатации. Для увеличения срока службы волоконно-оптических линий связи предложена конструкция кабеля, волокно в котором размещено свободно и имеет запас на относительное удлинение, составляющее 2—5 % от общей длины.

Ключевые слова: оптический кабель, оптическое волокно, прочность оптического волокна, срок службы ВОЛС, прокладка ВОЛС.

Прочность оптического волокна является параметром, непосредственно влияющим на срок службы волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), который согласно требованиям должен составлять 25 лет. К важнейшим параметрам долгосрочной работоспособности ВОЛС относится механическая надежность волокна. Именно этот показатель определяет, насколько просто и эффективно можно осуществлять сращивание волокон при изменении конфигурации сети, ремонте и техническом обслуживании. Проведенные в компании “Corning Incorporated” (США) испытания показали, что характеристики прочности оптических волокон в процессе длительной эксплуатации не изменяются [1]. Следовательно, одним из основных параметров при оценке срока службы оптических линий связи является напряжение растяжения волокна.

Прочность оптического волокна, как известно, зависит от приложенного напряжения, которое выражается отношением

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d^2}, \quad (1)$$

где F — сила, приложенная к волокну; d — диаметр волокна, тогда долговечность оптического волокна определяется выражением

$$t = t(L, \sigma, P), \quad (2)$$

где L — длина волокна, P — вероятность его разрушения.

В целом можно отметить относительность данных параметров, так как они напрямую зависят от конструкции оптического кабеля, который препятствует приложению напряжения σ к волокну вследствие того, что имеет прочный сердечник в своей основе. Однако с течением времени под воздействием нагрузок на кабель происходит относительное удлинение сердечника и, как следствие, удлинение самого волокна, которое не должно превышать 1 % [2]. Для того чтобы оценить нагрузки, воздействующие на кабель, проложенный в земле, трассу его прохождения можно отобразить схемой (рис. 1), где показаны различные факторы естественного и антропогенного характера, оказывающие давление на оптический кабель. Среди основных факторов следует выделить влияние нагрузки, оказываемой транспортным средством, которая рассчитывается по теории Буссинеска о распределении давления.

Максимальное вертикальное давление возникает непосредственно под точкой приложения нагрузки и определяется уравнением

$$q_T = \frac{0,478T}{H^2}, \quad (3)$$

где T — нагрузка транспортного средства на ось, H — глубина засыпки кабеля.

Также нельзя пренебрегать просадкой грунтов s_{sl} основания при увеличении их влажности:

$$s_{sl} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sl,i} h_i k_{sl,i}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{sl,i}$ — коэффициент просадки i -го слоя грунта; h_i — толщина i -го слоя; $k_{sl,i}$ — коэффициент, определяемый в соответствии с требованиями СНиП; n — число слоев, на которое разбита зона просадки.

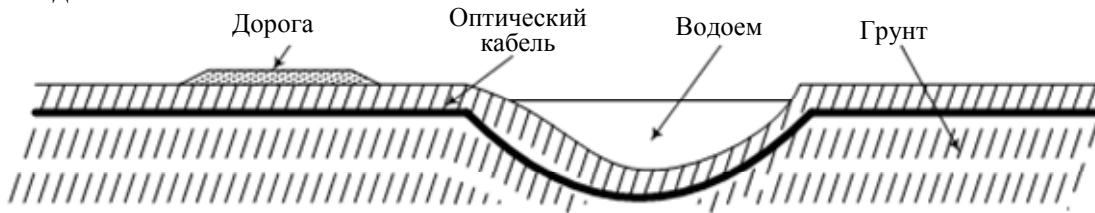


Рис. 1

В результате воздействия вышеупомянутых факторов может возникнуть давление, которое приведет к относительному удлинению кабеля и превышению 1 %-ного лимита удлинения для оптического волокна. Участок кабеля можно промоделировать, используя методику (согласно стандартам ИТУ [3]) испытания оптического волокна с применением подвешиваемого к нему груза.

На рис. 2 буквами A и B обозначены соответственно начало и конец моделируемого участка, а масса m соответствует приложенному напряжению. С течением времени при определенных условиях, таких как повышенная влажность, увеличивающийся поток транспорта, напряжение будет возрастать, и при достижении критического значения σ волокно внутри кабеля разрушится.

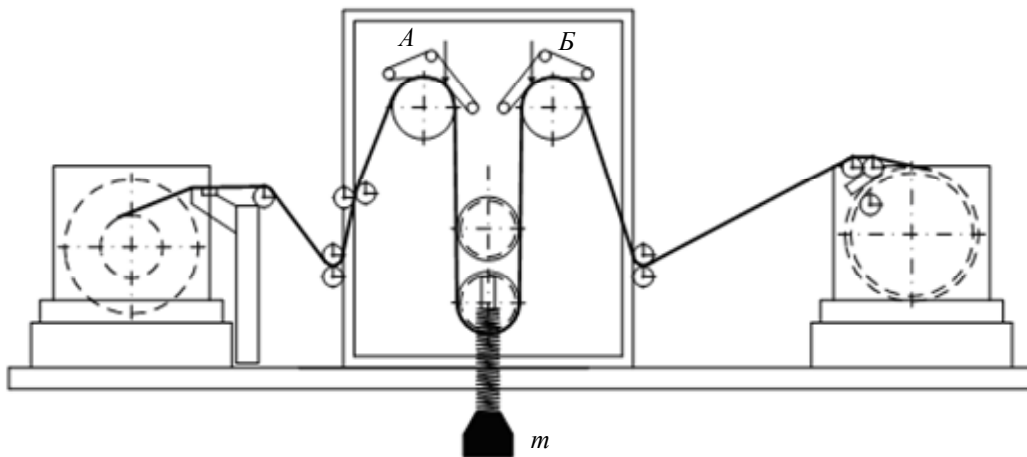


Рис. 2

Решением данной проблемы может быть применение кабеля, волокно в котором размещено свободно и имеет запас на относительное удлинение, при этом длина волокна в кабеле увеличится на величину $L_{доп}$, составляющую не более 2—5 % от общей длины кабеля. Изготовление подобного типа кабеля можно осуществить, размещая оптическое волокно в пластиковой трубке с воздухом. Диаметр трубки должен составлять 200—500 % от диаметра волокна соответственно для 2- и 5 %-ного запаса на относительное удлинение. При использовании

подобного метода волокно располагается не параллельно относительно трубки, а имеет некоторый изгиб, за счет которого и обеспечивается дополнительная длина волокна. Подобный тип кабеля представлен на рис. 3.

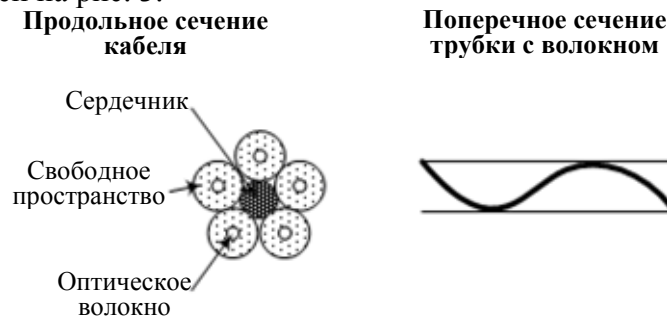


Рис. 3

Свободное пространство внутри кабеля необходимо для беспрепятственного движения в нем оптического волокна в случае удлинения кабеля под воздействием внешних факторов. Предложенная конструкция оптического кабеля позволит пренебречь такими параметрами, как максимальное вертикальное давление и просадка грунта при прокладке кабеля, и существенно снизить нагрузку на волокно. Применение таких кабелей возможно и при прокладке ВОЛС воздушным способом, при котором напряжение σ зависит от массы кабеля.

Результатом использования подобных кабелей может стать значительно увеличение срока службы оптических волокон и волоконно-оптических линий связи в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. www.corning.com/docs/ru/ru/fiber_explotation.pdf.
2. Инденбаум Д., Сироткин С. Самонесущие оптические кабели с вынесенным силовым элементом и оптической частью в виде трубки: недостатки конструкции // Первая миля. 2011. № 4. С. 44—47.
3. ITU-T Recommendation G.650.1 Corrigendum 1 (08/13). 2010.

Сведения об авторах

- Марина Анатольевна Липская** — канд. техн. наук, доцент; Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, кафедра радиотехники и телекоммуникаций; E-mail: limaan78@mail.ru
- Ардак Кабдилмантовна Мекебаева** — канд. хим. наук, доцент; Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, кафедра радиотехники и телекоммуникаций; E-mail: m_ard@mail.ru
- Айым Бакытовна Матаева** — магистрант; Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, кафедра радиотехники и телекоммуникаций; E-mail: aiym_mataeva@mail.ru

Рекомендована кафедрой радиотехники и телекоммуникаций

Поступила в редакцию 13.04.15 г.

Ссылка для цитирования: Косяков И. О., Липская М. А., Мекебаева А. К., Матаева А. Б. Возможность увеличения срока службы волоконно-оптических линий связи // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 7. С. 561—564.

POSSIBILITY TO EXTEND LIFE CICLE OF FIBER OPTIC COMMUNICATION LINE

I. O. Kosyakov, M. A. Lipskaya, A. K. Mekebaeva, A. B. Mataeva

M. Tynyshpaev Kazakh Academy of Transport and Communications,
050012, Alma-Ata, Kazakhstan
E-mail: m_ard@mail.ru

Factors affecting optical fiber durability during operating are analyzed. A new design of fiber optic cable is proposed to extend the communication line service life. The fibers in the cable are arranged loosely and have enough place for relative elongation of 2—5 %.

Keywords: optical cable, optical fiber, optical fiber durability, fiber optic communication line installation.

Data on authors

- Marina A. Lipskaya** — PhD, Associate Professor; M. Tynyshpaev Kazakh Academy of Transport and Communications, Department of Radio Engineering and Telecommunications; E-mail: limaan78@mail.ru
- Ardak K. Mekebaeva** — PhD, Associate Professor; M. Tynyshpaev Kazakh Academy of Transport and Communications, Department of Radio Engineering and Telecommunications; E-mail: m_ard@mail.ru
- Aiym B. Mataeva** — Graduate Student; M. Tynyshpaev Kazakh Academy of Transport and Communications, Department of Radio Engineering and Telecommunications; E-mail: aiym_mataeva@mail.ru

Reference for citation: *Kosyakov I. O., Lipskaya M. A., Mekebaeva A. K., Mataeva A. B.* Possibility to extend life cycle of fiber optic communication line // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroyeniye*. 2015. Vol. 58, N 7. P. 561—564 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-7-561-564