

[Б] О К С

Согласовано



Е.Ю. Ушакова

Екатерина Ушакова (Mar 4, 2013)

Главный технолог

Mar 4, 2013

дата

Утверждаю



Н.К. Сабинин

Николай Сабинин (Mar 4, 2013)

и.о. Генерального директора

Mar 4, 2013

дата

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ

по вопросу использования микросамонесущих неметаллических оптических кабелей на ВЛ.

**ОАО «УПРАВЛЕНИЕ ВОЛС-ВЛ» ИНФОРМИРУЕТ,**

что для подвеса на опорах ВЛ 0,4-10 кВ рекомендуется применять микросамонесущий неметаллический оптический кабель.

---

© 2012 ОАО «Управление ВОЛС-ВЛ».

Настоящий документ может быть воспроизведен и передан какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, полностью или заглавной страницей и только в оригинальном виде, без ограничений по применению. Любое использование части документа или его содержимого в других изданиях или любые изменения формата документа запрещены без письменного разрешения ОАО «Управление ВОЛС-ВЛ».

## Содержание

1 Введение.....	4
2 Определения и сокращения.....	4
3 Постановка задачи.....	4
4 Технология микротрубки.....	4
5 Преимущества использования микрокабелей на ВОЛС-ВЛ.....	5
6 Пример микрокабеля.....	5
7 Расчет микрокабеля.....	7
8 Заключение.....	7
9 Список литературы.....	7
10 Поддержка.....	8
Приложение 1. ....	9
Приложение 2. ....	11

## 1 Введение

При выборе технологии строительства ВОЛС-ВЛ необходимо принимать во внимание различные исходные данные, такие как климатические условия, рельеф местности, наличие пересечений, а также требования по выбору ОК, связанные со спецификой строительства/эксплуатации. Оптическим кабелям и их применению при строительстве ВОЛС на ВЛ посвящено большое количество нормативной, справочной и периодической литературы [1-4].

В случае подвеса оптических кабелей на опоры ВЛ 0,4-10 кВ есть несколько основных вопросов, на которые следует обратить особое внимание: подвес ОК на опоры ВЛ низкого напряжения может повлечь за собой увеличение механических нагрузок на несущие конструкции ВЛ и увеличение эксплуатационных затрат.

Таким образом, необходимо найти альтернативное решение подвеске ОКСН на опоры ВЛ 0,4-10 кВ или предложить ОКСН такой конструкции, которая позволит исключить появление дополнительных нагрузок и увеличение эксплуатационных затрат.

## 2 Определения и сокращения

Все термины в данном документе применяются в значениях согласно Энциклопедии УВВ [5].

## 3 Постановка задачи

В рамках данной Технической позиции определяются преимущества использования микросамонесущего неметаллического оптического кабеля на опорах ВЛ 0,4-10 кВ.

## 4 Технология микротрубки

Малогобаритные оптические кабели (микрокабели) могут быть нескольких типов:

- диэлектрический с центральной трубкой, выполненной из ПБТ или поликарбоната;
- с центральной трубкой, выполненной из нержавеющей стали;
- диэлектрический модульной конструкции.

Наибольший интерес для подвески на ВЛ представляет диэлектрический кабель модульной конструкции. Модульный кабель — это миниатюризация размеров традиционных кабелей, причем применение данной конструкции целесообразно при числе волокон более 24.

Внешняя оболочка микрокабелей обычно изготавливается из полиэтилена

средней (MDPE) или высокой (HDPE) плотности.

## **5 Преимущества использования микрокабелей на ВОЛС-ВЛ**

Малые размеры и массы микрокабелей позволяют осуществить снижение затрат материалов, транспортных расходов и уменьшить стоимость оборудования для строительства, эксплуатации и технического обслуживания. Ввиду малой массы обеспечивается легкость монтажа и возможность переноса бухты кабеля человеком, т.е. нет необходимости в использовании тяжелой техники. При этом в случае возникновения аварии на линии передачи обеспечивается проведение аварийно-восстановительных работ в кратчайшие сроки.

В результате определенных погодных условий на проводах воздушных линий электропередачи происходит нарастание гололеда, что приводит к появлению дополнительных нагрузок на провода и опоры, ведущих к снижению запаса прочности проводов и опор ВЛ. При достижении критических значений толщин стенки гололеда провода обрываются, падают опоры воздушных линий электропередачи. В данном случае малая масса кабелей является значительным преимуществом, поскольку не несет дополнительных нагрузок на опоры ВЛ, что особенно актуально для ВЛ 0,4-10 кВ. При этом при возникновении аварийных ситуаций кабель не потянет за собой опору, а оборвется, что позволит избежать каскада опор — их последовательного обрушения.

При этом микрокабели, как правило, обладают высокой стойкостью к низким температурам (не менее  $-50^{\circ}\text{C}$ ). Также немаловажным преимуществом самонесущего микрокабеля является его меньшая цена по сравнению с традиционными самонесущими кабелями ввиду меньшей материалоемкости.

## **6 Пример микрокабеля**

Оптический кабель типа ДОТа производства ООО «Инкаб» предназначен для подвеса на опорах ВЛ, контактной сети и автоблокировки железных дорог, линий электропередачи, столбах освещения, энергообъектах, между зданиями и сооружениями; а также для прокладки в грунт в специальной защите, в кабельной канализации, в трубах, в блоках, в лотках, в тоннелях, в коллекторах, по мостам и эстакадам, внутри зданий и сооружений. Конструкция данного кабеля представлена на Рис. 1.

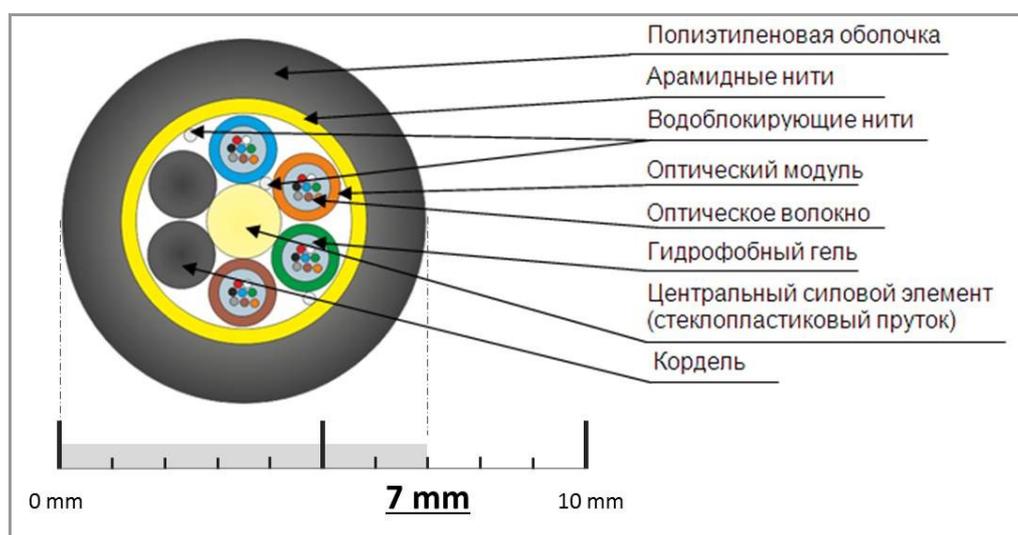


Рис. 1 Конструкция ОК марки ДОТа-П

Кабель содержит сердечник модульной конструкции с центральным силовым элементом из диэлектрического стержня со спирально наложенной водоблокирующей нитью, вокруг которого скручены оптические модули со свободно уложенными волокнами. Сердечник скреплен двумя обмоточными нитями с водоблокирующим свойством. На сердечник спирально накладываются арамидные нити и оболочка из полиэтилена средней или высокой плотности.

Данный кабель не содержит внутреннюю оболочку. Сухой сердечник, входящий в состав кабеля, означает, что межмодульный гидрофобный гель заменен на водоблокирующие нити. Это дает следующие преимущества: арамид накладывается непосредственно на скрутку, вследствие чего кабель получается легче, а также удобнее в монтаже, ввиду отсутствия в сердечнике гидрофобного заполнителя, загрязняющего одежду и инструмент. При этом в оптических модулях гидрофобный заполнитель оставлен.

Кабель рассчитан на МРН 1,5, 2 и 3 кН, диапазон диаметров 6,9-7,1 мм (для кабеля до 48 ОВ). По согласованию с Заказчиком допускается конструкция кабеля, рассчитанная на меньшее значение МРН. Характеристики приведены в спецификации (см. Приложение 1).

Проведенные испытания кабеля ДОТа-П с МРН 3 кН показали, что данный кабель стоек к растягивающим усилиям, а также стоек к воздействиям пониженной ( $-60^{\circ}\text{C}$ ), повышенной ( $+70^{\circ}\text{C}$ ) температур и циклической смене температур.

## 7 Расчет микрокабеля

Расчет стрел провеса и тяжения микрокабеля ДОТа-П приведен в табл. 1 и табл. 2 для МРН 1,5 кН и МРН 2 кН.

Табл. 1 Максимальная расчетная нагрузка 1,5 кН

2-ая климатическая зона. Максимальное ветровое давление – 500 Па. Максимальная стенка льда – 15 мм

Расстояние между опорами, м	Монтажная стрела, м	Монтажная нагрузка, кН	Максимальная нагрузка, кН	Макс. стрела горизонт, м	Макс. стрела вертикаль, м
30	0,3	0,14	1,03	0,9	1,08
40	0,4	0,18	1,26	1,31	1,57
50	0,5	0,23	1,47	1,75	2,11

3-ая климатическая зона. Максимальное ветровое давление – 650 Па. Максимальная стенка льда – 20 мм

Расстояние между опорами, м	Монтажная стрела, м	Монтажная нагрузка, кН	Максимальная нагрузка, кН	Макс. стрела горизонт, м	Макс. стрела вертикаль, м
30	0,3	0,14	1,41	1,08	1,28

Табл. 2 Максимальная расчетная нагрузка 2 кН

2-ая климатическая зона. Максимальное ветровое давление – 500 Па. Максимальная стенка льда – 15 мм

Расстояние между опорами, м	Монтажная стрела, м	Монтажная нагрузка, кН	Максимальная нагрузка, кН	Макс. стрела горизонт, м	Макс. стрела вертикаль, м
30	0,3	0,14	1,13	0,83	0,99
40	0,4	0,19	1,38	1,2	1,44
50	0,5	0,24	1,61	1,6	1,93

3-ая климатическая зона. Максимальное ветровое давление – 650 Па. Максимальная стенка льда – 20 мм

Расстояние между опорами, м	Монтажная стрела, м	Монтажная нагрузка, кН	Максимальная нагрузка, кН	Макс. стрела горизонт, м	Макс. стрела вертикаль, м
30	0,3	0,14	1,55	0,99	1,17

## 8 Заключение

Таким образом, применение микросамонесущего оптического кабеля при строительстве ВОЛС на ВЛ низшего класса напряжений (0,4–10 кВ) является альтернативным решением подвеске обычного ОКСН на опоры ВЛ, ввиду своего малого размера и массы, что позволяет исключить появление дополнительных нагрузок на несущие конструкции ВЛ и увеличение эксплуатационных затрат.

## 9 Список литературы

- 1 Конструкции, прокладка, соединение и защита оптических кабелей связи. — Женева: МСЭ — Т. Сектор стандартизации МСЭ, 1994.
- 2 Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических

линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше. — М.: РАО «ЕЭС России», 1999.

- 3 Волоконно-оптические системы передачи и кабели: Справочник / И.И. Гроднев, А.Г. Мурадян, Р.М. Шарафутдинов и др. — М.: Радио и связь, 1993. — 264 с.
- 4 Кабели, провода и материалы для кабельной индустрии: Технический справочник. / Сост. и редакция Кузенева В.Ю., Креховой О.В. — М.: Изд. «Нефть и газ», 1999. — 304 с.
- 5 Энциклопедия ОАО «Управление ВОЛС-ВЛ». — URL: <http://wiki.vols-vl.ru> (дата обращения: 04.03.2013).
- 6 ГОСТ Р МЭК 794-1-93. Кабели оптические. Общие технические требования. — Введ. 1995-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 1994.
- 7 IEC 60794-1-2. Optical fibre cables — Part 1-2: Generic specification — Basic optical cable test procedures. — 2003-05-13.
- 8 Общие технические требования к самонесущим неметаллическим оптическим кабелям, предназначенным для подвески на линии электропередачи. Утв. РАО «ЕЭС России», 2002.

## 10 Поддержка

По всем вопросам, касающимся данного документа, обращаться к:

- **Екатерина Ушакова, главный технолог** ([UshEY@vols-vl.ru](mailto:UshEY@vols-vl.ru))
- **Дмитрий Гиберт, руководитель отдела качества ООО «Инкаб»** ([gibert@incab.ru](mailto:gibert@incab.ru))

Создано: 04 марта 2013 г.

Редакция: 01

## Приложение 1.

### Пример

### Технические характеристики микрокабеля типа ДОТа производства ООО «Инкаб» до 48 ОВ

Максимальная расчетная нагрузка, кН	1,5	2,0	3,0
Номинальный наружный диаметр, мм	6,9	7,0	7,1
Погонный вес, кг/км	34,3	35,7	38,1
Максимальное значение потенциала электрического поля в точке подвеса, кВ	12	12	12
Длительно допустимая растягивающая нагрузка, кН	1,1	1,6	2,3
Максимально допустимая монтажная растягивающая нагрузка, кН	0,9	1,2	1,8
Механическая прочность на разрыв, кН	2,9	3,9	5,8
Модуль упругости начальный, кН/мм <sup>2</sup>	6,2	8,3	11,7
Модуль упругости конечный, кН/мм <sup>2</sup>	6,7	9,0	12,6
Модуль упругости вытяжки, кН/мм <sup>2</sup>	4,3	5,8	8,2
Площадь поперечного сечения кабеля, мм <sup>2</sup>	37,3	38,5	39,6
Температурный коэф. линейного расширения, 10 <sup>-6</sup> , 1/С	13,5	9,0	5,2

### Параметры эксплуатации:

Рабочая температура	-60°С...+70°С
Температура монтажа	-30°С...+50°С
Температура транспортировки и хранения	-60°С...+50°С
Минимальный радиус изгиба	не менее 15 диаметров кабеля
Срок службы	25 лет
Минимальный радиус изгиба оптического волокна	не менее 3 мм (в течение 10 мин)

## Оптический кабель стоек к указанным ниже воздействиям:

Вид воздействия	Нормируемое значение	Критерии оценки
Растягивающее усилие (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 [6] метод E1)	1 - 3 кН	- $\Delta\alpha^* \leq 0,05$ дБ - отсутствие повреждений
Раздавливающее усилие (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 метод E3)	220 Н/см	
Динамические изгибы (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 метод E6)	20 циклов на угол $\pm 90^\circ$ при R не менее 15 диаметров кабеля	
Осевые закручивания (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 метод E7)	- 10 циклов - на угол $\pm 360^\circ$ на длине 4 м	
Удар (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 метод E4)	Энергия удара 10 Дж	
Водонепроницаемость (IEC 60794-1-2 [7] п.25 метод F5B)	длина образца $\geq 3$ м Время: 24 часа	Отсутствие воды на конце отрезка
Климатические воздействия** (ГОСТ Р МЭК 794-1-93 метод F1)	- диапазон температур от $-50^\circ\text{C}$ до $70^\circ\text{C}$ - 2 цикла - время цикла $\geq 16$ часов	$\Delta\alpha \leq 0,05$ дБ/км
Каплекание гидрофобного компаунда (IEC 60794-1-2 метод E14)	при $70^\circ\text{C}$	Отсутствие каплекания

\* - прирост затухания оптического волокна в кабеле на нормированных длинах ВОЛН

## Приложение 2.

### Технические требования, предъявляемые к микрокабелю

Общие технические требования к самонесущим неметаллическим оптическим кабелям, предназначенных для подвески на линиях электропередачи, установлены требованиями [8]. Помимо этого, для микрокабеля предъявляются следующие требования:

- 1) Микрокабель должен выдерживать максимальную расчетную нагрузку (МРН), которая может возникать при эксплуатации установленного на линии электропередачи кабеля под воздействием наибольших расчетных значений ветра, гололеда и гололеда с ветром. МРН должна быть 3 кН (допускаются по согласованию с Заказчиком конструкции на меньшее значение МРН);
- 2) Микрокабель должен быть стойким к одиночному ударному воздействию с начальной энергией удара не менее 10 Дж;
- 3) Микрокабель должен выдерживать не менее 20 циклов изгибов на угол  $\pm(90 \pm 5)^\circ$  при радиусе не менее 15-кратного внешнего диаметра и при минимально допустимой температуре монтажа, но не выше минус  $10^\circ$ ;
- 4) Микрокабель выдерживать не менее 10 циклов осевых закручиваний на угол  $\pm(360 \pm 20)^\circ$  на длине не более 4 м при минимально допустимой температуре монтажа, но не выше минус  $10^\circ\text{C}$ ;
- 5) Микрокабель должен быть стоек к воздействию раздавливающей нагрузки величиной не менее 0,22 кН/см;
- 6) Микрокабель должен быть стоек к воздействию повышенной рабочей температуры не менее  $70^\circ\text{C}$ ; к воздействию пониженной температуры не выше минус  $40^\circ\text{C}$  и воздействию циклической смены температур от максимально повышенной до максимально пониженной;
- 7) Наружная оболочка микрокабеля должна быть стойка к УФ-излучению;
- 8) При условии прокладки микрокабеля по территории электрических станций и подстанций и/или вводе в здания наружная оболочка кабеля не должна поддерживать горение.

