

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИИ СОК ПО РАСТЯГИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ

В настоящее время все большее внимание уделяется возможности использования существующих линий электропередач (ЛЭП) в качестве основных элементов несущих конструкций при строительстве линейных трактов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Использование широко разветвленной сети ЛЭП позволяет осуществлять строительство ВОЛС при помощи подвески самонесущего оптического кабеля (СОК).

Развитая сеть ЛЭП позволяет прокладывать подвесные оптические кабели в различных климатических зонах с наименьшими затратами и избавляться от необходимости разработки грунтов, выполнения переходов через реки, под автомобильными и железными дорогами. Особенно ценными в этом смысле являются вереницы опор ЛЭП, проходящие через места, в которых прокладка кабелей под землей практически невозможна, например, в горных районах.

Однако методика расчета СОК для конкретных условий эксплуатации является know-how каждой фирмы, которая специализируется на выпуске таких кабелей. Следует отметить, что в современной технической литературе отсутствуют методики расчета СОК.

Сегодня существует ряд производителей арамидных волокон, используемых в СОК в качестве силового элемента (наиболее широко известные торговые марки – “Kevlar” (Du Pont) и “Twaron” (Acordis Twaron Products), которые предлагают заказчикам методику расчета кабелей, основанную на использовании в расчетах их арамидных волокон.

В распоряжение авторов попала компьютерная программа ADOC, которая позволяет рассчитать СОК модульной конструкции для определенных климатических условий.

Программа ADOC позволяет определить взаимосвязь между геометрическими параметрами кабеля, внешними условиями (нагрузками) и относительным удлинением кабеля, с одной стороны, и конструкцией упрочняющих элементов ВОК, – с другой.

Следует отметить, что программа ADOC не учитывает ряд коэффициентов, которые будут влиять на расчет конструкции кабеля, а именно:

- поправочные коэффициенты на толщину стенки гололеда;
- коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку;
- коэффициент неравномерности распределения ветра по длине пролета.

Автору доклада также представилась возможность ознакомиться с результатами расчетов самонесущего кабеля, которые были осуществлены по методике, разработанной специалистами ЗАО “Оптэн лимитед”, по заданным параметрам, метеословиям, районам подвески, типу ЛЭП и т.д.

Целью данной работы является сравнение результатов расчетов самонесущего оптического кабеля, полученных по нескольким методикам.

На рис. 1 представлена конструкция самонесущего оптического кабеля, которая была рассчитана по нескольким вышеуказанным методикам.

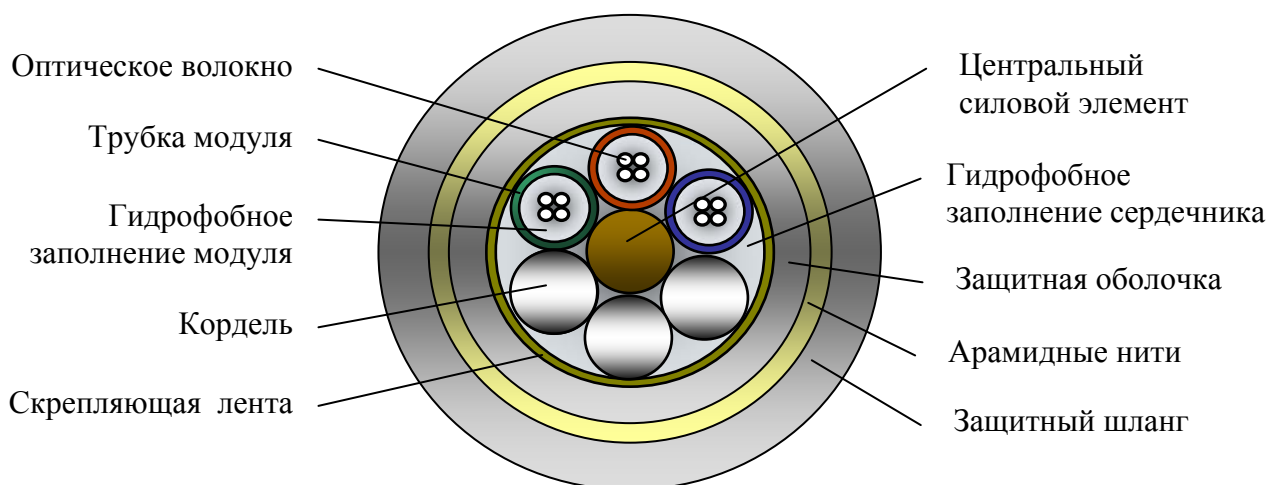


Рисунок 1 – Конструкция самонесущего оптического кабеля

В данной работе, с использованием модели конструкции кабеля, полученной по методике ЗАО “Оптэн лимитед”, вводились исходные данные для расчета кабеля. Критерием оценки при выборе определенной конструкции кабеля являлось удлинение кабеля [1], которое не должно было превышать 0,75 %. При этом для расчета кабеля выбирался стеклопластиковый стержень диаметром 2,7 мм, конструкция кабеля была выбрана шестиэлементной с числом оптических волокон (ОВ) в оптическом модуле (ОМ) равным четырем.

Диаметр ОМ был принят равным 2,5 мм при толщине трубки ОМ 0,35 мм. В качестве армирующей защиты кабеля применялись арамидные нити TWARON тип 1052. Толщины оболочки Доб и защитного шланга Δш принимались постоянными (Доб = 1,0 мм; Δш = 1,5 мм).

При расчете конструкции кабеля учитывались также следующие исходные данные:

- расстояние между опорами 330 м;
- скорость ветра 30 м/с;
- толщина стенки льда 15 мм.

В процессе расчетов изменяя количество арамидных нитей определялись значения удельной нагрузки от собственного веса СОК при температуре инсталляции $t_{и}$, равной 27 °С, стреле провеса $f = 0,01L = 3,3$ м и при наихудших климатических условиях, когда нагрузка от ветра и льда будет максимальной.

Результаты расчета конструкции СОК по растягивающим нагрузкам сведены в таблицу 1, где методика 1 – методика расчета, заложенная в программе ADOC, а методика 2 – методика расчета, заложенная в программе, разработанной специалистами ЗАО “Оптэн лимитед”.

Таблица 1 – Результаты расчета СОК

Параметры СОК	Методика 1	Методика 2
Центральный силовой элемент, мм	2,7	
Площадь ЦСЭ, мм ²	5,726	–
Диаметр сердечника, мм	7,7	7,74
Вес сердечника, кг/м	0,054	0,054
Толщина внутренней оболочки, мм	1,0	1,0
Количество арамидных нитей	57	
Линейная плотность нитей, текс	790	
Модуль упругости арамидных нитей, ГПа	100	
Сечение нитей, мм ²	31,055	31,3
Вес арамидных нитей, кг/м	0,045	0,0472
Толщина наружной оболочки, мм	1,5	
Диаметр кабеля, мм	15,3	15,44
Сечение кабеля, мм ²	183,917	187,22
Вес кабеля, кг/м	0,203	0,192
Модуль упругости кабеля, кгс/мм ²	2575	1853
ТКЛР кабеля, 10 ⁻⁶ ·К ⁻¹	-0,7	2,886
Стрела провеса кабеля при подвеске, м	3,3	
Тяжение кабеля при подвеске, Н	–	7766
Удлинение кабеля при подвеске, %	0,246	0,2352
Давление ветра на 1 м кабеля, кгс/м	2,532	–
Давление от гололедных отложений на 1 м кабеля, кгс/м	1,31	–
Суммарная нагрузка на кабель, кгс/м	2,948	2,690
Тяжение кабеля при дополнительной нагрузке, Н	26311	24732
Стрела провеса горизонтальная, м	13,05	12,14
Стрела провеса вертикальная, м	7,79	8,02
Стрела провеса суммарная, м	15,19	14,55
Удлинение кабеля при дополнительной нагрузке, %	0,786	0,7265
Длина кабеля в пролете, м	331,87	–

Результаты расчета конструкции СОК показали, что при наличии одних и тех же конструктивных элементов и их характеристик существующие расхождения между кратковременным растягивающим усилием и удлинением кабеля, полученными по обоим методикам, составили 6,38% и 8,64% соответственно.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1 В данной работе проанализированы результаты расчета СОК, полученные по разным методикам. Анализ методики АДОС показал, что она является приближенной, т.е. не учитывающей поправочные коэффициенты на толщину стенки гололеда, влияние длины пролета на ветровую нагрузку и неравномерности распределения ветра по длине пролета. Методика ЗАО “Оптэн лимитед” является “ноу-хау” этого общества, поэтому ее невозможно использовать в инженерных расчетах.

2 Анализ расчетов выбранной конструкции СОК показал, что результаты кратковременных растягивающих усилий кабеля и удлинения кабеля при максимальных нагрузках, полученные по методикам АДОС и ЗАО “Оптэн лимитед” отличаются на 6,38% и 8,64% соответственно. Достоверность оценки этих результатов может быть подтверждена только экспериментальными исследованиями.

3 На основании исследований, проведенных в работе, можно сделать вывод о том, что кабельной промышленности Украины необходима достоверная методика расчета СОК, которая бы позволила учесть все воздействующие на кабель нагрузки и получить монтажные кривые, которые необходимы связистам при строительстве воздушных линий связи.

Литература

1. ТУ У 05758730.007-97. Кабелі зв'язку оптичні для магістральних, зонових та міських мереж зв'язку.