

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ САМОНЕСУЩИЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ ОКСМ: ПРИМЕНЕНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА



ДМИТРИЙ ГИБЕРТ,
руководитель управления качества
и совершенствования ООО «Инкаб»

Рассмотрены волоконно-оптические кабели для ВОЛС ВЛ и их особенности

В России значительное распространение получили волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), созданные путем подвески оптических кабелей (ОК) на высоковольтных линиях электропередачи (ВЛ).

Наибольшее распространение получили следующие типы ОК:

1. ОКГТ — оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос, широко известный как грозотрос
2. ОКСН — самонесущий диэлектрический оптический кабель

Также возможно применение таких кабелей как:

3. ОКНН — оптический неметаллический кабель, навиваемый на фазный провод или грозотрос
4. ОКФП — оптический кабель, встроенный в фазный провод
5. ОКСМ — самонесущий металлический оптический кабель

Рассмотрим перечисленные типы кабелей с точки зрения их применимости.

ОКГТ

Согласно технической политике ОАО «Россети» [1], крупнейшей в России и мире энергетической компании, на линиях 110 кВ и выше рекомендуется организация ВОЛС на основе ОКГТ. Однако в тех случаях, когда грозозащитный трос не предусмотрен или его подвеска невозможна, допускается применение и других типов ОК.

Ключевые слова: ВОЛС ВЛ, ОКГТ, ОКСН, ОКНН, ОКФП, ОКСМ, грозотрос

ОКСН

Ограничения на использование кабеля ОКСН обусловлено приведенными ниже причинами.

Во-первых, потенциал электрического поля в точке подвеса не должен превышать 12 кВ для обычной оболочки и 25 кВ для трекингостойкой, при этом использование трекингостойкой оболочки существенно повышает стоимость кабеля.

Данное ограничение связано с возможной электротермической деградацией оптического кабеля, которая возникает от частичных дуговых разрядов с концов зажима на загрязненную оболочку ОК[2]. Деградация оболочки приводит к выходу оптического кабеля из строя, вплоть до его обрыва и невозможности дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, для линий 110 кВ допускаемая зона подвески ОКСН на опорах весьма незначительна и особенно опасна зона под нижней траверсой (рис. 1). Для линий 220 кВ и выше подобрать безопасные и допустимые для ОКСН зоны подвески, как правило, не представляется возможным.

В местах пересечения ВЛ между собой зоны подвески ОКСН также оказываются под воздействием повышенного потенциала электрического поля, который зачастую превышает безопасный уровень.

Значительное ограничение на применение ОКСН возникает в местах с возможным загрязнением. Это могут быть, к примеру, месторождения угля, металлургическое производство, нефтехимическое производство, морское побережье и др.

Во-вторых, — максимально допустимая растягивающая нагрузка (МДРН). На длинных спецпереходах (пересечение рек, каналов, озер, оврагов, ущель-

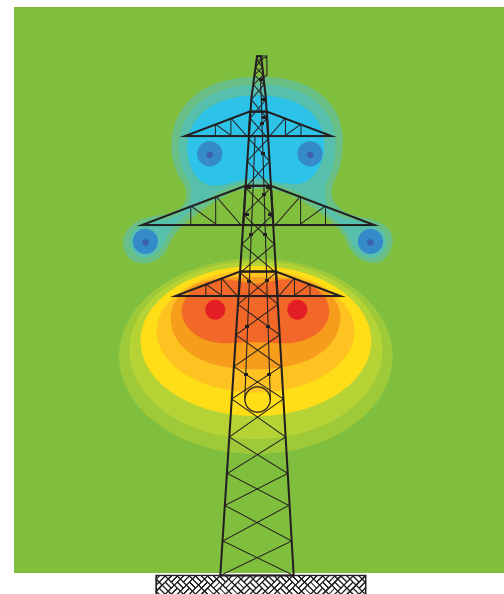


Рис. 1. Распределение электрического поля для линии 110 кВ в момент времени, когда на фазах нижней траверсы максимальное напряжение

лий и др.), которые встречаются на ВЛ с напряжением 35 кВ и выше, требуются кабели с большой МДРН — от 30 кН и выше. При этом для ОКСН значительно возрастают массогабаритные характеристики, в том числе за счет необходимости применять два слоя наложения арамидных нитей и два слоя промежуточной оболочки (рис. 2). Увеличение габаритов приводит к возрастанию ветровой и гололедной нагрузки, действующей на кабель, что также существенно повышает нагрузку на опоры, которая может оказаться выше нормативной.

Теоретически возможно изготовление ОКСН с допустимой растягивающей нагрузкой до 100 кН, однако изготовление, монтаж и эксплуатация таких кабелей сопряжены со значительными сложностями.

В качестве альтернативного варианта возможно применение металлического

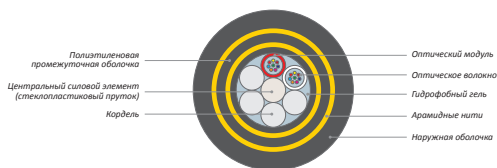


Рис. 2. Конструкция ОКСН для МДРН выше 30 кН

самонесущего кабеля, для которого отсутствуют вышеуказанные ограничения.

ОКСМ

Конструкция ОКСМ схожа с конструкцией ОКГТ (рис. 3).

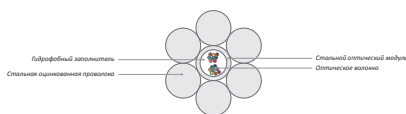


Рис. 3. Эскиз кабеля типа ОКСМ

Кабель содержит центральный стальной оптический модуль со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптическом модуле заполнено гидрофобным гелем. На центральный оптический модуль спирально накладываются один или несколько повивов стальных канатных оцинкованных проволок или стальных проволок, плакированных алюминием.

В центральном оптическом модуле возможно размещение до 48 оптических волокон.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСМ

ОКСМ используется на линиях электропередач среднего и высокого напряжения в тех случаях, когда не представляется возможным использовать ОКГТ и ОКСН или это экономически нецелесообразно. Данный кабель не предназначен для передачи электричества. Относительно небольшие габариты и вес позволяют свести к минимуму нагрузку на опоры, при этом кабель обеспечивает необходимые требования по стрелам провеса. Возможна подвеска ОКСМ, как в межфазном пространстве, так и ниже фазных проводов (рис. 4), в некоторых случаях без отключения ВЛ.

Стоит отметить, что кабели типа ОКСМ (англ. «MASS» —

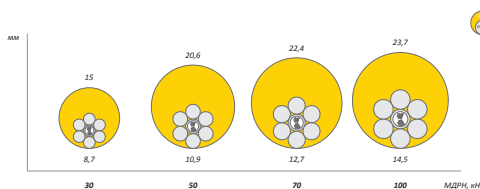


Рис. 4. Места возможной подвески ОКСМ на опоре ЛЭП

ДЛЯ СПРАВКИ

Возможность подвеса ОКСМ в межфазном пространстве (в качестве ОКГТ) упомянута в стандарте ОАО «Россети» [3]:

П. 4.13.4.2. «Подвес ОКГТ в межфазном пространстве допускается выполнять в отдельных случаях, при невозможности подвеса ОКГТ или ОКСН другим способом...».

Рекомендации и допуски по подвесу ОКСМ в межфазном пространстве перечислены в следующих пунктах:

- 4.2.4.— при обоснованном отказе от использования ОКГТ в районах с низкой грозовой деятельностью;
- 4.7.1.— при пересечении ВОЛС с другими ВЛ;
- 4.7.2.— при пересечении ВОЛС с железными дорогами;
- 4.7.3.— при пересечении с автомобильными дорогами;
- 4.13.1.1.— при невозможности объединения ОВ в одном кабеле;
- 4.13.1.2.— при необходимости подвеса двух ОКГТ для обеспечения термической стойкости, на опорах, имеющих один узел крепления для ГТ.

В таблице 4.13.1. СТО[3] регламентированы допустимые наименьшие изоляционные расстояния (всвету) между ОКСМ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами в пролете. При невозможности соблюдения допустимых наименьших изоляционных расстояний между ОКСМ, подвешенным в межфазном пространстве, и фазными проводами ВЛ рекомендуется применять изолирующие межфазные распорки.

MetallicAerialSelf-SupportingCable), применяются для построения ВОЛС во многих странах мира и выпускаются такими лидерами как AFL, NKTCables, ZTT.

Методы монтажа и эксплуатации ОКСМ аналогичны ОКГТ и изложены в Инструкции [4].

ПРЕИМУЩЕСТВА САМОНЕСУЩЕГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ ОКСМ ПЕРЕД ОКСН

Рассмотрим одинаковый номенклатурный ряд кабелей: 48 оптических волокон с МДРН 30, 50, 70 и 100 кН.

ОКСМ в сравнении с ОКСН обладает следующими преимуществами:

	Преимущество	Что это дает?
1.	Внешний диаметр — ниже (рис. 5)	Меньшие гололедные и ветровые нагрузки
2.	Удлинение кабеля при одинаковой нагрузке — меньше (рис. 6)	Меньшие стрелы провеса (см. п. 3)
3.	Стрелы провеса при гололедных и ветровых нагрузках — меньше (рис. 7)	Позволяет выдерживать требуемые габариты до препятствий
4.	Среднеэксплуатационная нагрузка на опоры — меньше (рис. 8)	Позволяет снизить риск повреждения опор
5.	Цена — ниже! (рис. 9)	Не требует объяснения

К дополнительным преимуществам ОКСМ можно отнести его нечувствительность к пожарам под линией.

Примерно треть всех повреждений ОКСН, как правило, возникает в результате вандализма, в основном из-за стрельбы из охотничьих ружей [5], в то время как ОКСМ практически неуязвим для дробы.

Следовательно, для подобных условий применение кабеля типа ОКСМ

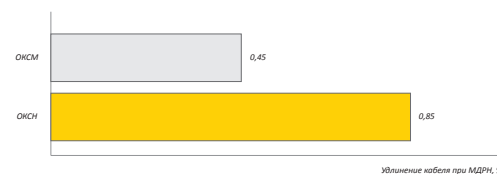


Рис. 5. Сравнительный график диаметров ОКСМ и ОКСН

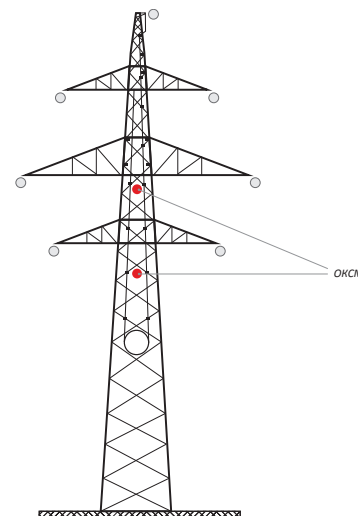


Рис. 6. Сравнительная диаграмма удлинения ОКСМ и ОКСН при МДРН

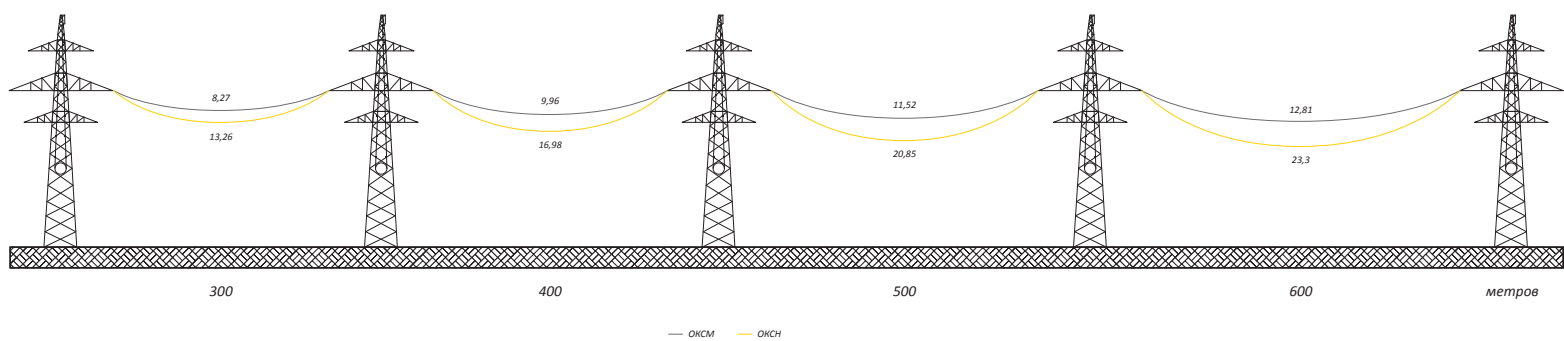


Рис. 7. Сравнительный график стрел провеса ОКСМ и ОКСН при МДРН. Монтажная стрела провеса 1%. 3-я гололедная зона по ПУЭ

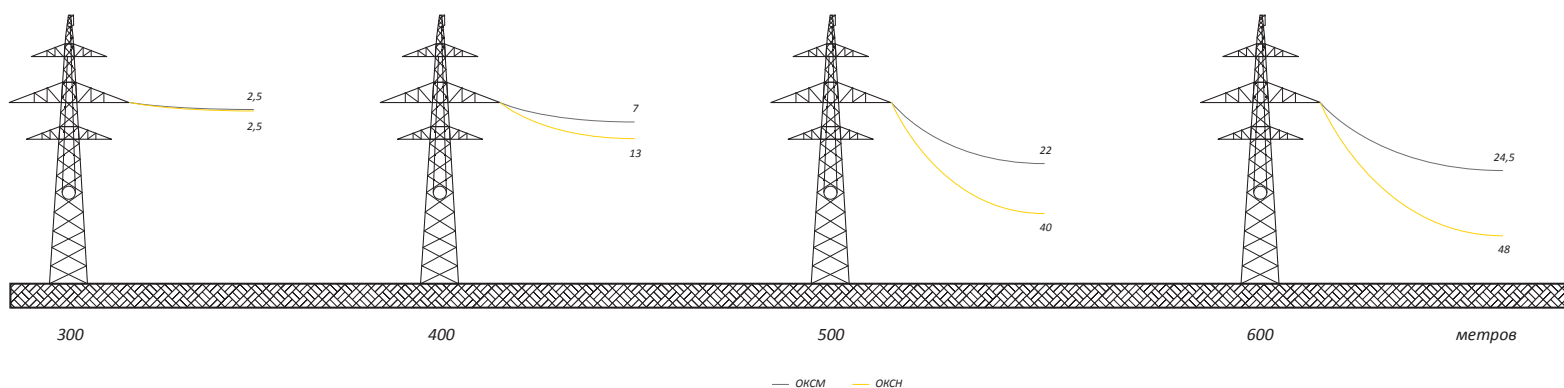


Рис. 8. Сравнительный график нагрузок на опоры ОКСМ и ОКСН. Условие: габарит до земли не менее 5 м. 3-я гололедная зона по ПУЭ.

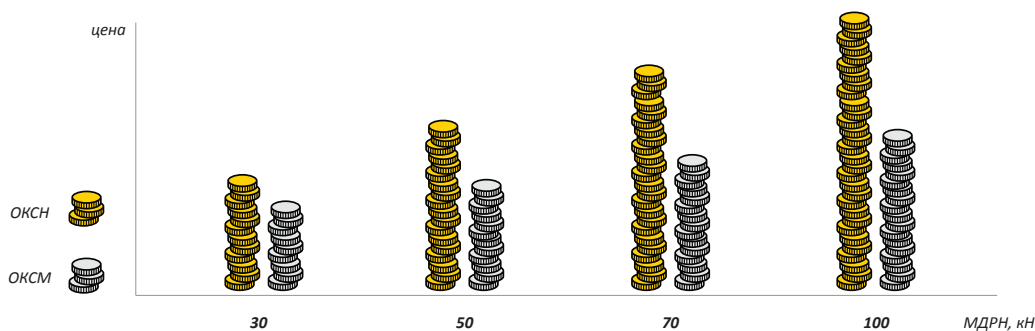


Рис. 9. Сравнительный график цены ОКСМ и ОКСН

тического волокна, составляют арамидные нити и полиэтилен.

При изготовлении кабелей типа ОКСМ используется отечественная стальная проволока и алюминий. Таким образом, доля российских материалов в кабеле типа ОКСМ достигает 70%, соответствуя заданному курсу на импортозамещение.

Учитывая также указанные в статье технические и экономические преимущества, проекты ВОЛС с использованием кабеля типа ОКСМ имеют большую актуальность и перспективы к внедрению и применению на объектах электроэнергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о единой технической политике в электросетевом комплексе ОАО «Россети», Москва, 2013.
2. Ю. И. Филлипов и др. Электротермическая деградация оптического кабеля. Ж. «Lightwave. Russian edition», № 4–2006;
3. СТО 56947007–33.180.10.172–2014 Технологическая связь. Правила проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС на воздушных линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше.
4. Инструкция по монтажу, вводу в эксплуатацию и эксплуатации оптического кабеля, встроенного в грозозащитный трос, производства ООО «Инкаб»
5. ОАО «Управление ВОЛС-ВЛ». Техническая позиция по вопросу использования ОКСН для строительства ВОЛС на ВЛ. 2012.

Расчет кабеля на условном примере	
Входные данные	1. длина пролета 550 метров; 2. высота подвеса ОК 30 метров; 3. максимальное ветровое давление 1250 Па (6 зона по ПУЭ); 4. максимальная стенка льда 20 мм (6 зона по ПУЭ); 5. минимальный габарит до земли при максимальном режиме 5 метров.
Результаты расчетов	1. для кабеля типа ОКСН потребуется конструкция с МДРН 100 кН, при этом монтажная нагрузка составит 32,5 кН, а максимальная стрела провеса — 26 м, что не обеспечит требуемый габарит до земли. 2. для кабеля типа ОКСМ также потребуется конструкция с МДРН 100 кН, при этом монтажная нагрузка составит 24 кН, а максимальная стрела провеса 23 м, что с запасом обеспечивает требуемый габарит до земли

становится не только экономически целесообразным, но и, в отсутствие возможности подвески ОКГТ, практически единственным вариантом организации ВОЛС.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Анализ реального проекта ВОЛС длиной 128 км на Дальнем Востоке со сложными переходами позволил предложить замену классическому диэлектрическому самонесущему кабелю с МДРН 30–75 кН на металлический типа ОКСМ с экономией более 4 млн руб. При этом удалось снизить среднеэксплуатационную нагрузку на опоры и обеспечить лучшие габаритные расстояния по стрелам провеса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изготовлении кабелей типа ОКСН применяются только импортные материалы. Основную долю себестоимости кабеля по материалам, помимо оп-