

AERO-Z® - ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ПРОВОДА ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Куликов А.С.

О компании «Нексанс».

10 лет назад компания Алкатель Кабель (NEXANS – ее новое название) – крупнейший производитель кабельной продукции в Европе – начала сотрудничать с Россией. Сейчас более 40 кабельных заводов Франции, Германии, Норвегии, Швейцарии, Бельгии и Турции, входящих в группу Nexans, поставляют на российский рынок СИП типа "Торсада", кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена на среднее (6-35 кВ) и высокое (110-500 кВ) напряжение, подводные кабельные системы, кабельную арматуру и т.д.

За эти годы кабельными системами промышленной группы Nexans были оснащены аэропорты и нефтеперегонные заводы, электрические сети и атомные станции, отели, музеи и нефтепроводы. От Краснодара до Анадыря в самых разных условиях работают изделия NEXANS. К тому же компания является одним из лидеров в производстве СКС (структурированных кабельных систем) и по праву гордится участием в таких престижных, сложных проектах в области энергетики, как строительство третьего транспортного кольца в Москве, реконструкция Русского музея, космодром Байконур.

Компания "Нексанс" инвестирует значительные средства в новое оборудование. Это позволяет нам гарантировать высокий уровень технологического процесса, материалов и продукции. Все производство подвергается сквозному контролю качества и соответствует стандартам ISO 9001 в отношении процессов разработки, внедрения, производства, установки и ввода в эксплуатацию продукции.

Качество является неотъемлемой составной частью общей культуры ведения бизнеса нашей компании. Фундаментом нашей плодотворной работы является уникальный научный потенциал исследовательских центров Nexans, использующих новейшие технологии и уникальное лабораторное оборудование. Надежность и качество наших кабелей подтверждено соответствующими сертификатами и разрешениями.

Историческая справка.

Первая линия с Aero-Z® проводами и грозозащитными тросами была сооружена в Бельгии в 1974 году. Эта линия имеет длину 2,59 км и пересекает реку Шельду, соединяя АЭС и морской порт г. Антверпен (рис1). Строительство такой ЛЭП было обусловлено необходимостью передачи большой мощности через широкую судоходную реку (высота под проводом не менее 70 м при самом высоком уровне воды в реке). При этом на линию оказывают огромное влияние сильные ветра, характерные для данных мест.

В начале 90-х годов фирма Nexans (в то время Alcatel Cable) вернулась к этому продукту, но уже на другом технологическом уровне и с учетом всех замечаний, полученных во время эксплуатации ЛЭП.

Причинами для этого были:

- необходимость увеличения пропускной способности существующих линий;
- снижение механических нагрузок, прикладываемых к опорам ЛЭП, из-за пляски проводов;
- повышение коррозионной стойкости проводов и тросов;

- снижение риска обрыва провода при частичном повреждении нескольких внешних проволок из-за внешних воздействий, в том числе в результате удара молнии;
- улучшенные механические свойства проводов при налипании снега или образовании льда.

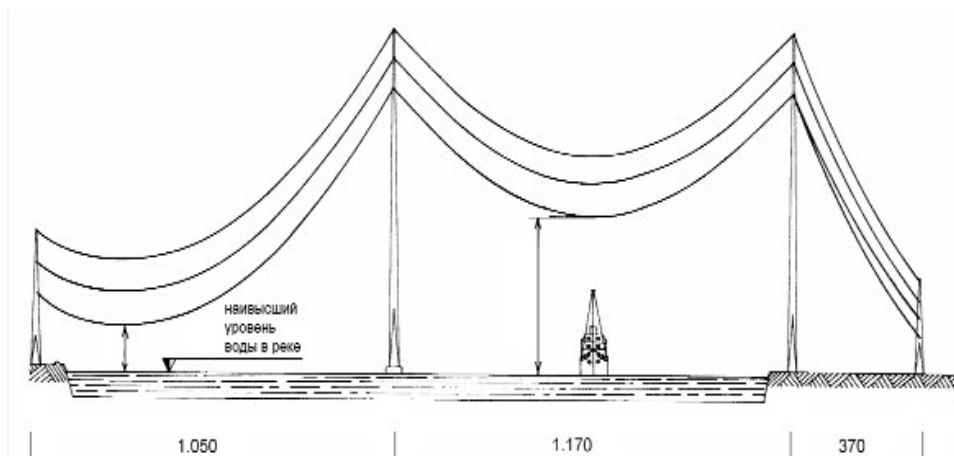


Рис.1

Решением этой проблемы явилось появление нового поколения провода Aero-Z®, запатентованного концерном Nexans. В настоящее время в Бельгии смонтировано более 2000 км такого провода на напряжения 63–400 кВ. Начиная с 1995 г. в Бельгии все строящиеся или реконструируемые линии электропередачи оснащаются проводом Aero-Z®. Во Франции в ближайшие 10 лет также намечено осуществить переход на данный вид провода, монтируя примерно 1500 км/год. В Южной Америке построено более 1200 км таких линий и планируется монтаж еще 1500 км.

Преимущества провода типа Aero-Z®.

К основным преимуществам рассматриваемого провода (рис.2) можно отнести:

- Возможность использования проводов с большими сечениями при том же удельном весе приводит к решению проблемы перегрузок ВЛ и снижению тепловых потерь при транспортировке электроэнергии.
- Снижение пляски проводов.
- Возможность использования существующей арматуры при монтаже.
- Значительное снижение аэродинамического коэффициента.
- Практически полное предотвращение внутренней коррозии провода.
- Снижение вероятности обрыва провода при нанесении ему повреждений в результате внешних воздействий.
- Снижение уровня усталости металла в проводе и следовательно увеличение жизненного цикла за счет самогашения колебаний.
- Решение проблемы обледенения и налипания снега на провода.

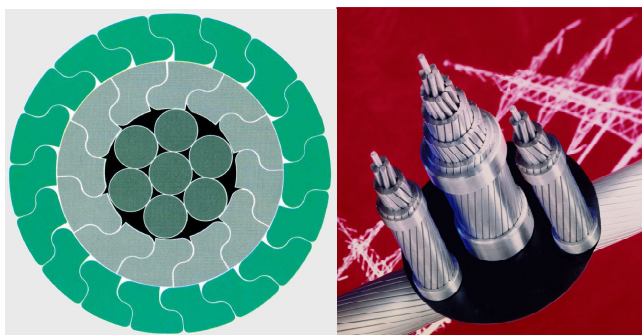


Рис.2

Важнейшие характеристики и испытания.

1. Увеличение передаваемой мощности по сравнению с проводами стандартной конструкции.

Применение провода типа AERO-Z® дает:

- снижение потерь на 13-14% при одинаковой передаваемой мощности;
- увеличение передаваемой мощности при той же величине потерь (пример расчета тепловых потерь приведен на рис.5).

2. Коррозия

Большая контактная поверхность между двумя Z-образными проволоками одного слоя обеспечивает эффективную защиту от просачивания консистентной смазки изнутри провода. В процессе изготовления все внутренние пустоты провода заполняются консистентной смазкой, подаваемой при температуре +120°C, что позволяет удалить воздух и влагу. В этой связи внутренняя защита оказывается лучше, чем у традиционных проводов, в которых наблюдается вытеснение защитной смазки наружу под действием циклов нагрузки.

Компактный провод, в противоположность этому, сохраняет неизменный уровень защиты от коррозии, что обеспечивает замедленное старение.

Указанное явление было продемонстрировано измерениями, выполненными на обычных и компактных проводах (с одним поводом Z-образных проволок), установленных в 1970 г на одной линии (Лилло – Сольвей) и демонтированных в 1988 г. вследствие изменения маршрута (табл.1).

Таблица 1

Измерения, проведенные на обычном и компактном проводах (с одним слоем Z-образных проволок), установленных в 1970 г и демонтированных в 1988 г

Тип провода	Изменение веса смазки	Изменение прочности проводов на растяжение		Изменение среднего удлинения при обрыве	
		Внутренние слои	Наружные слои	Внутренние слои	Наружные слои
Обычный	- 28 %	Не изменилась	- 5%	- 19%	- 26 %
Компактный с 1 Z-слоем	Не изменился	Не изменилась	- 5%	- 9 %	- 2.2 %

3. Деформационная способность

Даже при обрыве проволоки внешнего слоя провод AERO-Z® остается на месте под действием механических рабочих напряжений. Данное свойство сохраняется до тех пор, пока не происходит обрыв пяти смежных проволок.

4. Самозатухание

Большая поверхность контакта между проволоками также улучшает демпфирование AERO-Z®. Несколько типов обычных проводов и провод AERO-Z® подверглись колебаниям, вызванным освобождением груза (25, 50 и 75 кг), подвешенного в середине полета. Записи механических напряжений в креплениях опор и амплитуды колебаний позволяют сравнить коэффициенты самозатухания этих проводников. Так, в проводе состоящем из Z-образных повивов, изгибающие и крутящие колебания затухают в 2 – 3 раза быстрее, чем в обычном проводе.

5. Пляска проводов

Улучшенное вертикальное и крутящее самозатухание провода AERO-Z® значительно уменьшает проблемы сложной пляски. Вероятность появления пляски значительно ниже, и если она возникает, ее амплитуда будет значительно меньше. Наблюдение характера пляски проводов AERO-Z® в реальных условиях подтвердило результаты испытаний в аэродинамической трубе компактного провода первого поколения.

6. Снег и обледенение

Натурные испытания показали, что провод AERO-Z® также лучше противостоит снегу и обледенению. Образование ледяных «рукавов» становится более затруднительным, и даже невозможным. Средняя масса ледяных наростов составляет половину наблюдаемой при экстремальных условиях. Более того, следует отметить, что наросты отделяются быстрее. Характер налипания снега на провода различных конструкций приведены на рис.3 и 4.

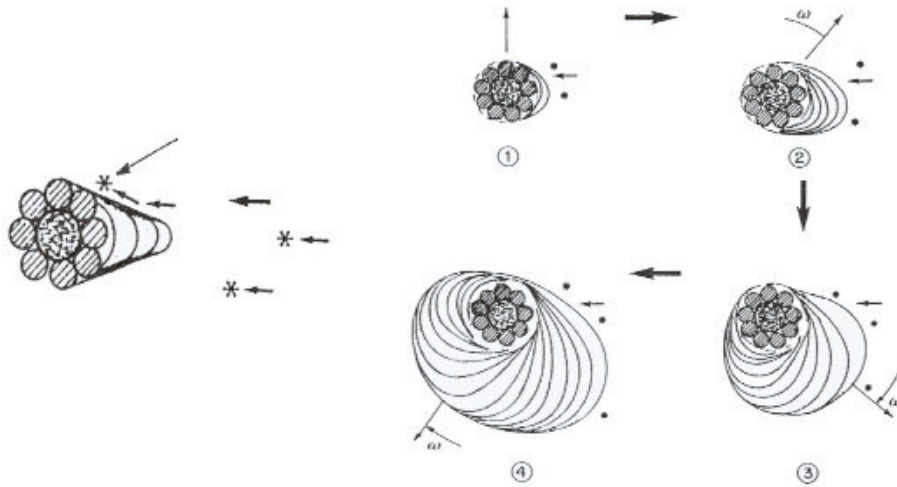


Рис.3 Провода типа АС

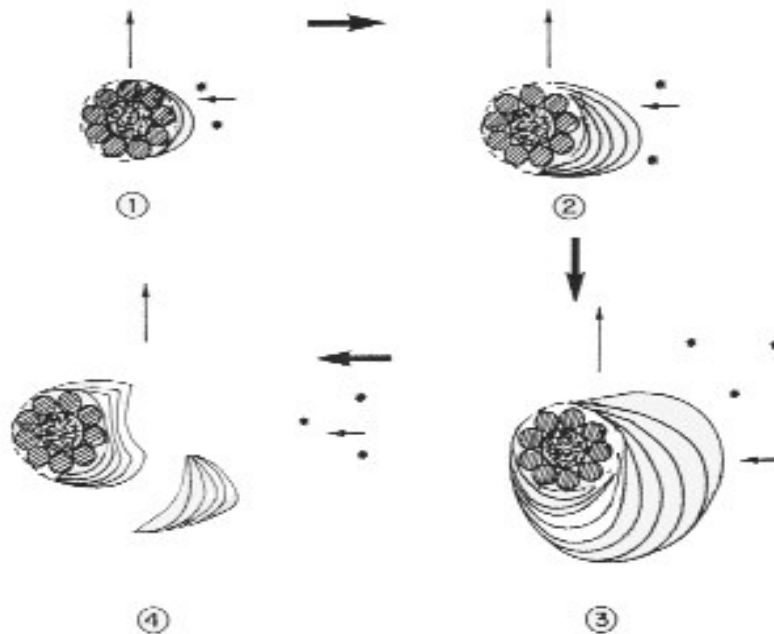


Рис. 4 Провода типа Аеро-Z®

Пример экономической реализации.

Двухцепная линия 330 кВ длиной 30 км.

Предполагаемая стоимость монтажа ВЛ

- Опоры и арматура: 23,4 млн. Евро
- Провод: 5,4 млн. Евро
- Проект, монтаж, шеф-надзор и т.д. 7,2 млн. Евро

Итого: 36 млн. Евро

Однако, с учетом меньшего веса и лучших механических характеристик проводов AERO-Z®: можно увеличить на **8-10 %** длину пролета, сократив число опор. Это даст экономию **1,9 млн. Евро.**

Провод AERO-Z® дороже обычного провода АС на **0,25 млн.Евро.**

С учетом меньших потерь в проводе эта разница окупается примерно за **5 лет**, а за **10-12 лет** окупаются все затраты на строительство и эксплуатацию.

Исходные данные

- Уном 220 кВ
- Длина линии : 30 km
- Cos φ = 0,85

Передаваемая мощность	Коэф нагрузки	Ток	АС 570			AERO-Z® 666			Отношение AERO-Z® / АС
			R	Потери	Доля потерь	R	Потери	Доля потерь	
МВт		кА	Ом/км	МВт	%	Ом/к	МВт	%	%
90,7	25%	0,280	1,814	0,427	0,470	1,578	0,371	0,409	87,02
181,4	50%	0,560	1,856	1,746	0,963	1,609	1,514	0,835	86,72
272,1	75%	0,840	1,929	4,084	1,501	1,663	3,521	1,294	86,21
362,8	100%	1,120	2,039	7,674	2,116	1,743	6,560	1,808	85,48
389,0	107,3%	1,201				1,772	7,667	1,971	

Используя провод AERO-Z®, мы можем:
 - Снизить потери на 13 - 14 % при одинаковой передаваемой мощности
 - Увеличить передаваемую мощность при той же величине потерь.

Рис.5 Пример расчета тепловых потерь

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изначально ориентированные на решение проблем при монтаже на пролетах увеличенной длины над реками компактные провода были разработаны в Бельгии в 1970 г.

Это явилось началом применения проводов AERO-Z®, имеющих более высокую пропускную способность, а также пониженный коэффициент аэродинамического сопротивления при обычных условиях, что привело к расширению их применения.