

## Историческая справка

Первая линия с Аеро-Z<sup>®</sup> 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 (см. 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.

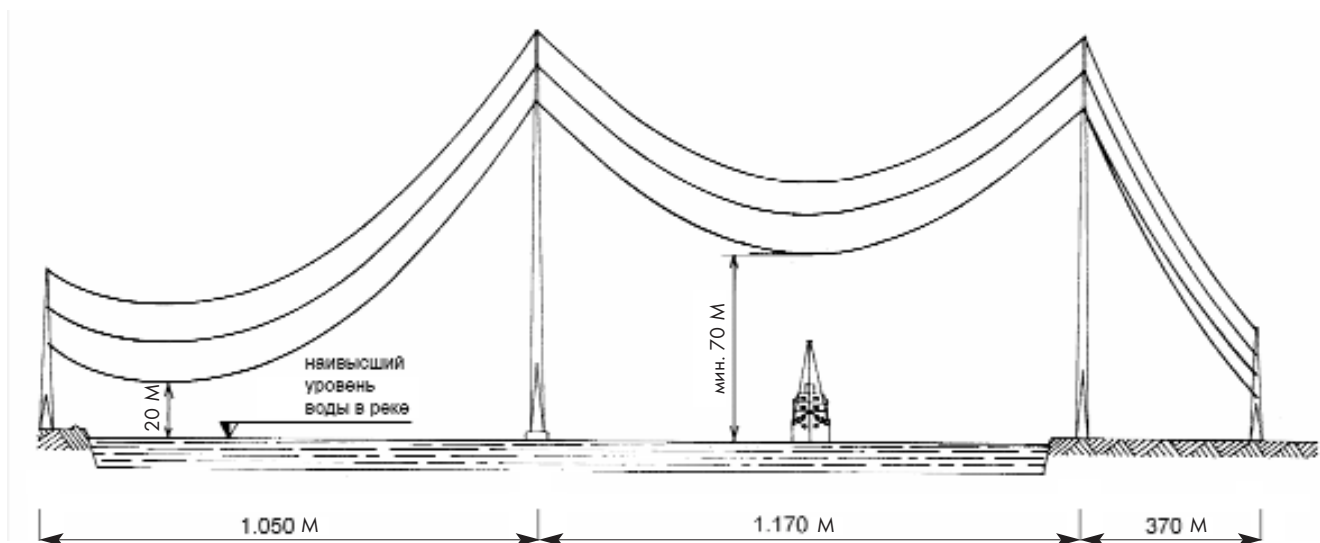


Рис.1

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:

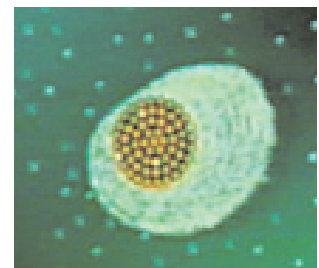
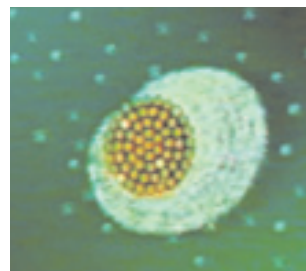
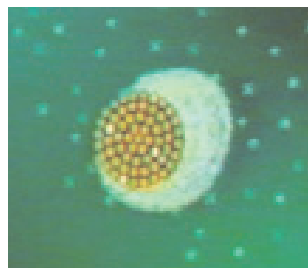
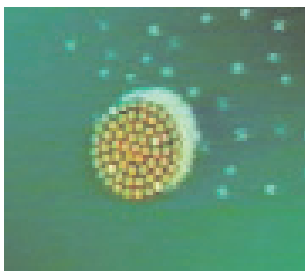
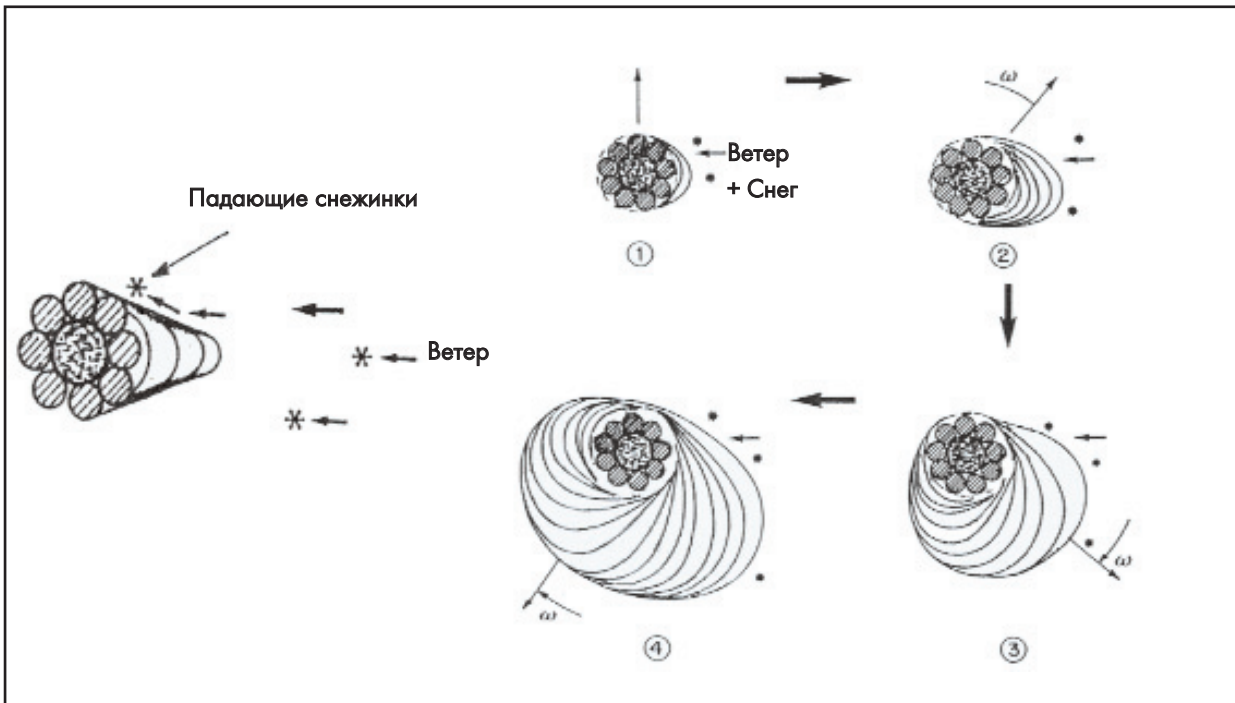
- необходимость увеличения пропускной способности существующих линий;
- снижение механических нагрузок, прикладываемых к опорам ЛЭП, из-за пляски проводов;
- повышение коррозионной стойкости проводов и тросов;
- снижение риска обрыва провода при частичном повреждении нескольких внешних проволок из-за внешних воздействий, в том числе в результате удара молнии;
- улучшенные механические свойства проводов при налипании снега или образовании льда.

Решением этой проблемы явилось появление нового поколения провода Аеро-Z<sup>®</sup>, 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 Аеро-Z<sup>®</sup>. 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.



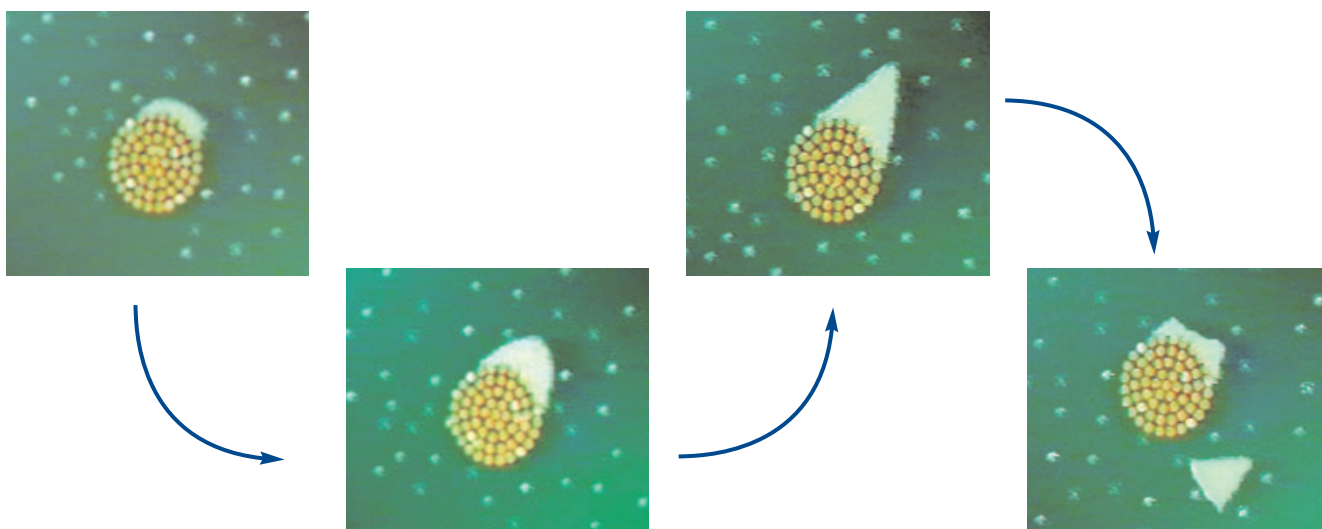
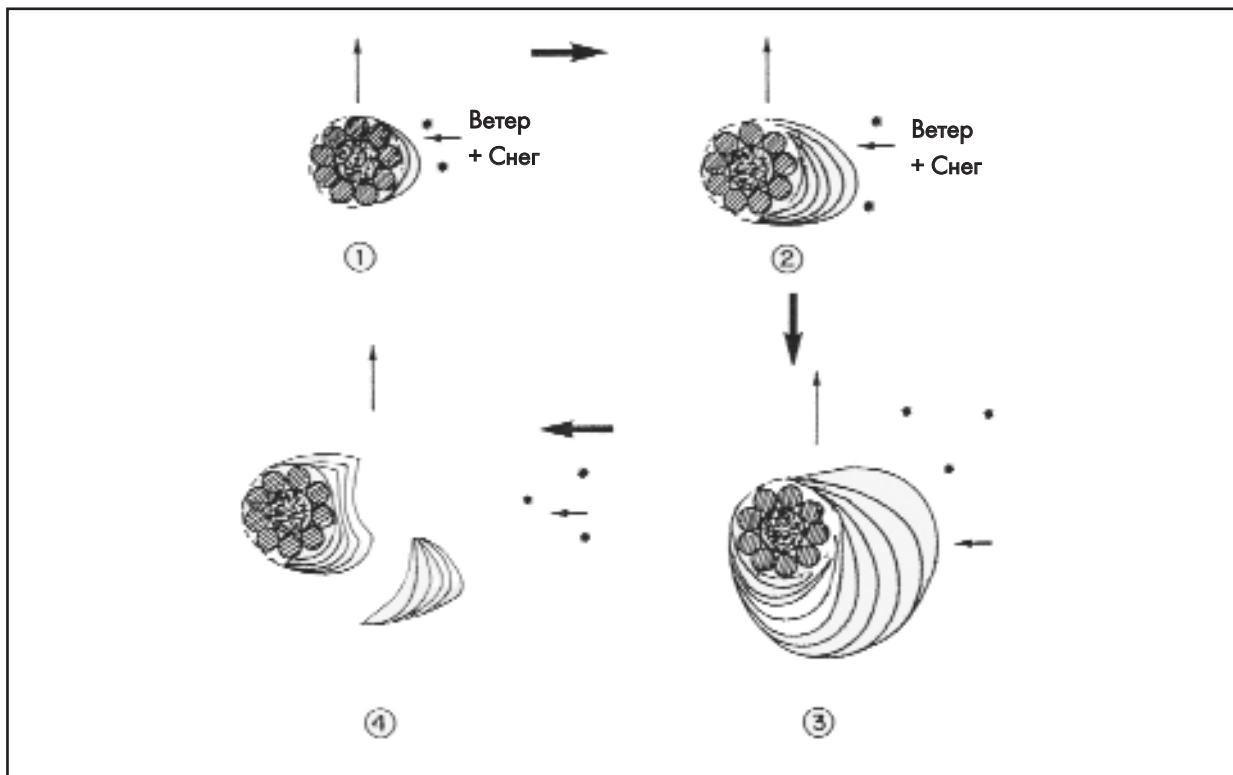
Налипание снега на провода высоковольтных линий

Традиционные провода типа АС

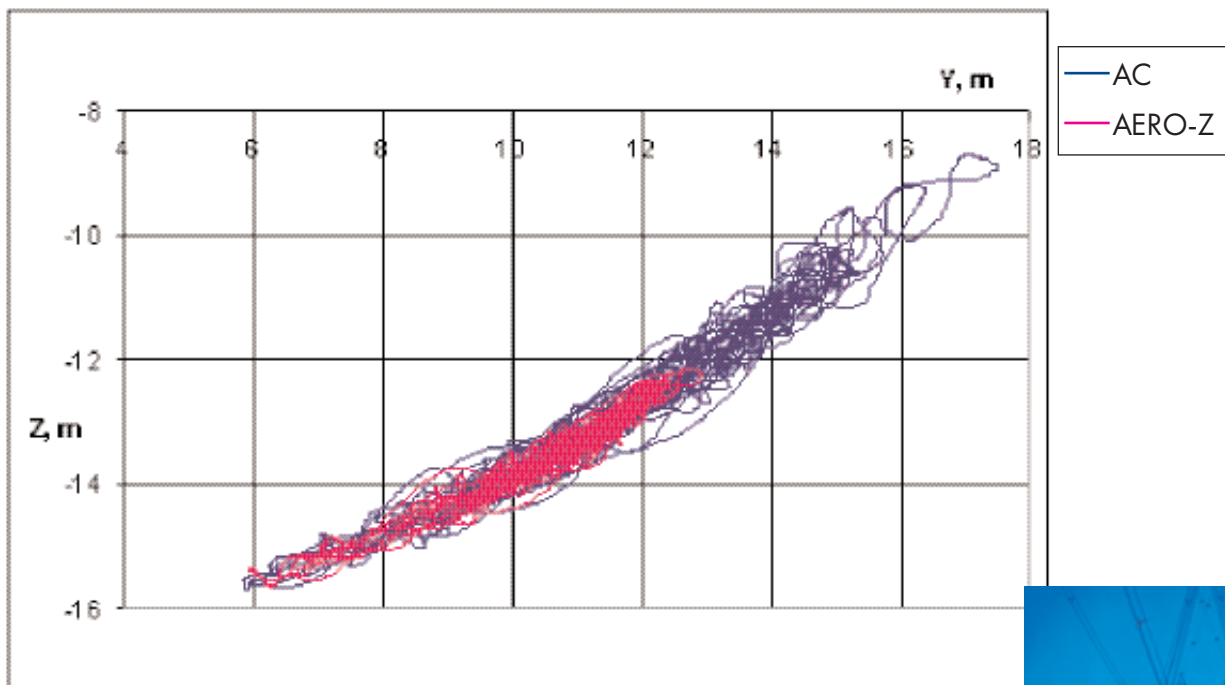


**Налипание снега на провода высоковольтных линий**

**Провода Aero-Z®**



**Траектория перемещения провода в вертикальной плоскости в середине пролета.**



**Преимущества AERO-Z®**

- 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.
- Снижение уровня шума, следовательно улучшение эксплуатационных показателей в населенных районах.
- 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.

## Технические параметры проводов AERO-Z®

Тип провода	Площадь поперечного сечения провода	Составляющие					Диаметр провода	Удельная масса провода	Удельное сопротивление провода при 20 °С	Номинальное усилие на разрыв
		Круглые проволоки		Z-образные проволоки						
		Число проволок	Диаметр проволок	Число повивов	Число проволок	Высота слоя				
	мм <sup>2</sup>	шт.	мм	–	шт.	мм	мм	кг/км	Ом/км	даН
177-1Z	176,93	1+6	3,30	1	12	3,30	16,50	488	0,1895	5 698
242-2Z	241,98	1+6	2,70	2	12+18	2,70	18,90	671	0,1391	7 793
261-2Z	261,34	1+6	2,80	2	12+18	2,80	19,60	724	0,1288	8 417
301-2Z	301,25	1+6	3,00	2	12+18	3,00	21,00	835	0,1117	9 702
346-2Z	345,65	1+6	3,20	2	12+18	3,20	22,40	958	0,0974	11 132
366-2Z	366,13	1+6	3,30	2	12+18	3,30	23,10	1 014	0,0919	11 617
455-2Z	455,14	1+6+12	2,90	2	18+24	2,90	26,10	1 266	0,0742	14 658
504-2Z	503,95	1+6+12	3,05	2	18+24	3,05	27,45	1 401	0,0670	16 230
538-2Z	538,03	1+6+12	3,15	2	18+24	3,15	28,35	1 496	0,0628	17 327
635-1Z	635,12	1+6+12+18	3,50	1	24	3,50	31,50	1 761	0,0530	20 152
648-2Z	648,38	1+6+12	3,45	2	18+24	3,45	31,05	1 803	0,0521	20 573
666-2Z	665,92	1+6+12	3,50	2	18+24	3,50	31,50	1 852	0,0507	21 130
705-2Z	704,97	1+6+12	3,60	2	21+27	3,60	32,40	1 961	0,0479	22 369
707-2Z	706,76	1+6+12	3,60	2	18+24	3,60	32,40	1 965	0,0478	22 425
928-3Z	928,45	1+6+12	3,35	3	18+24+30	3,35	36,85	2 593	0,0365	29 460

## Проекты с использованием проводов AERO-Z®

### Основные достижения

- 1970 150 кВ LILLO SOLVAY, трехцепная линия с проводами сечением 617 мм<sup>2</sup>, один повив Z-проволок, длина 5 км
- 1974 380 кВ DOEL-ZANDVLIET, переход через реку Шельда, двухцепная линия, длина 16 км, эквивалентное сечение проводов – 1 642 мм<sup>2</sup>, тросов – 600 мм<sup>2</sup>
- 1977 150 кВ район BAISY-THY, одноцепная линия, длина 24,1 км, сечением 362 мм<sup>2</sup>, один повив Z-проволок
- 1982 380 кВ экспериментальная линия VILLEROUX-HOUFFALIZE, пятицепная линия, длиной 5 км, сечение – 620 мм<sup>2</sup>, один повив Z-проволок
- 1989 28 км –70 кВ район BATTICE – компактная линия с проводами сечением 245 мм<sup>2</sup>, два повива из Z-проволок + 70 кВ район KERSBEEK, двухцепная линия (замена существующих проводов 210 мм<sup>2</sup> типа AC) с проводами сечением 245 мм<sup>2</sup>, два повива Z-проволок
- 1990 70 кВ MONTIGNIES-GILLY, двухцепная линия (замена существующих проводов 210 мм<sup>2</sup> типа AC) с проводами сечением 245 мм<sup>2</sup>, два повива Z-проволок.  
150 кВ BEERST-KOKSYDE, длина – 51 км, сечение – 445 мм<sup>2</sup>, два повива Z-проволок.  
50 кВ EISINGEN, длина – 10 км, сечение – 445 мм<sup>2</sup>, два повива Z-проволок.
- 1991 150 кВ –STADEN BEERST, трехцепная линия, длина – 17,5 км, сечение – 445 мм<sup>2</sup>, два повива Z-проволок.  
380 кВ –LANGERBRUGGE-HAMME, длина – 10 км, сечение – 621 мм<sup>2</sup>  
Чехословакия – AERO-Z® сечением 446 мм<sup>2</sup>, 1 км для квалификационных испытаний.  
Исландия – AERO-Z® сечением 536 мм<sup>2</sup>, 2 км для сравнительных тестов под снегом.
- 1995-1996 Эквадор – 69 кВ, длина – 83,5 км, сечение – 183 мм<sup>2</sup> для INECEL  
Словакия – длина -10,5 км, сечение – 536 мм<sup>2</sup> для ELEKTROVOD
- 1992-1997 Поставка около 1200 км проводов AERO-Z® для Бельгийских энергетических компаний.
- 1994-1997 Осуществлен план совместно с Electricit De France-PECHINEY и Hydro-Quebec по строительству ВЛ с проводом сечением 661 мм<sup>2</sup> (высокой проводимости).

- 1998-1999 Belgian Utility ELECTRABEL смонтировало 400 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 705 мм<sup>2</sup>.
- 2000
  - Перу – 537 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup> для ETECEN.
  - ELECTRABEL – 70 кВ Angleur – 12 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup>
- 2001
  - Перу – 700 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup> для ETECEN.
  - ELECTRABEL via GTI – 150 кВ Auvélais-Tergнйе-Seilles – 12 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup>
  - ELECTRABEL via Fabricom – 150 кВ Hoenderveld-Wijgmaal-Tienen & Staden-West Rozebeek – 112 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 504 мм<sup>2</sup>
- 2002
  - Франция – 39 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup> для EDF (ISLAND OF LA REUNION)
  - Франция – 76 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 666 мм<sup>2</sup> (EDF/RTE) – La Boisse-Cusset
  - Франция – 51 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 346мм<sup>2</sup> для EDF (ISLAND OF LA REUNION)
  - ELIA – 150 кВ Vascoup-Monceau – 88 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 242 мм<sup>2</sup>
  - ELIA – 70 кВ Tergнйе-Auvélais – 61 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 346 мм<sup>2</sup>
  - ELIA (Via Engema) – 150 кВ Beerst-Koksijde – 50 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 504 мм<sup>2</sup>
  - ELIA (Via Fabricom) – 150 кВ Kallo-Kettenisse – 11 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 928 мм<sup>2</sup>
- 2003
  - ELIA – 150 кВ Bois l’Image-Tihange 30 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 707 мм<sup>2</sup>
  - ELIA – 150 кВ Vieux Genappe-Baisy-Thy 11 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 346 мм<sup>2</sup> + 54 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 455 мм<sup>2</sup>
  - Франция – EDF/RTE – 380 кВ Boutre-Coudon – 315 км AERO-Z<sup>®</sup> сечением 666 мм<sup>2</sup>.
- 1999-2010 Belgian Utility ELECTRABEL запланирован монтаж около 1400 км AERO-Z<sup>®</sup> проводов (в основном сечения 346 мм<sup>2</sup>, 504 мм<sup>2</sup> и 707 мм<sup>2</sup>).
- 2002-2010 EDF запланирована замена проводов 220 кВ линий на AERO-Z<sup>®</sup>. Скорость замены – от 1350 км до 2250 км проводов/год. Сечения 177, 261, 346, 455, 666 и 707 мм<sup>2</sup>.
- 2004 Начало продвижения проводов AERO-Z<sup>®</sup> в России и странах СНГ.

**Динамика увеличения длины линий электропередачи с проводами и тросами AERO-Z<sup>®</sup>**

