



Инжиниринговая компания Энергосервис



Лучший реализованный инновационный
проект для ПАО «Россети» в 2014.

Провода Высокопрочные (АСВП) и Высокотемпературные (АСВТ)

Простые решения

сложных проблем



ЛУЧШИЙ РЕАЛИЗОВАННЫЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

1 МЕСТО



Patent DE102014101833





РОССТЕТИ



Северсталь



ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»



РУСАЛ
Глобал Менеджмент

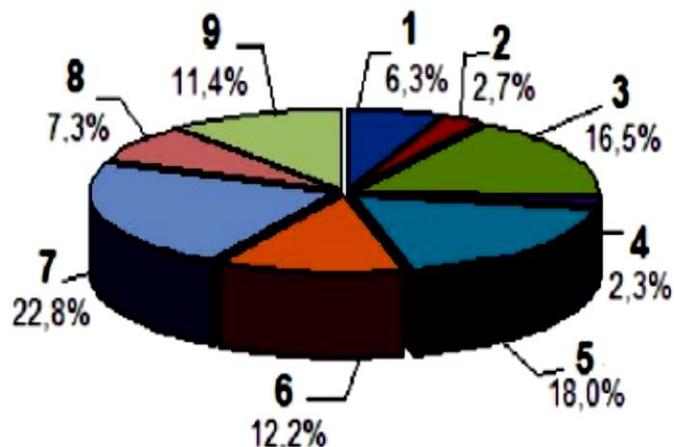


Причины аварийности ВЛЭП:



Причины повреждения проводов:

- 1 – пляска, вибрации;
- 2 – хищения;
- 3 – гололёд, ветровые нагрузки;
- 4 – повреждение зажима;
- 5 – посторонние воздействия;
- 6 – дефекты проектирования и монтажа;
- 7 – дефекты эксплуатации;
- 8 – атмосферные перенапряжения;
- 9 – снижение прочности, коррозия

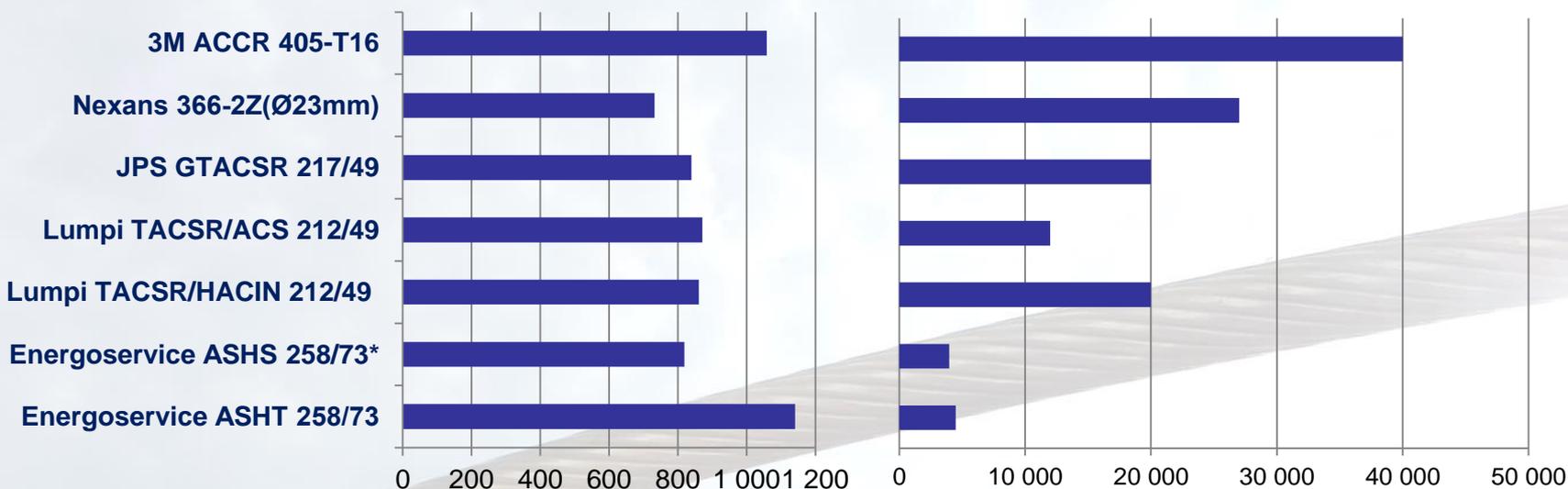


Принципиально новая технология обеспечивает затраты на провода и реконструкцию ВЛ с этими проводниками практически в том же объёме, как и аналогичные затраты при использовании проводов АС, при не сопоставимых характеристиках .

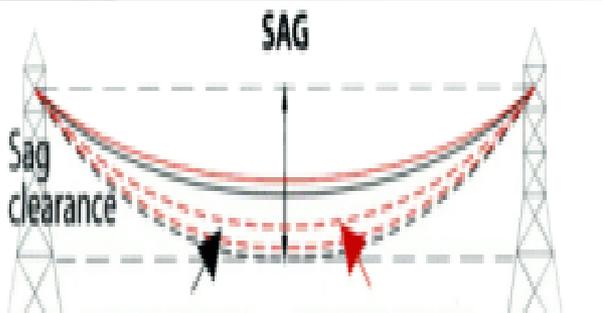
Сравнение проводников $\varnothing 21\text{mm}$, с сопоставимыми характеристиками*.

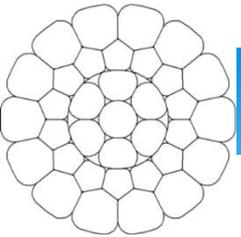
Длительно допустимый ток, А

Цена, EUR/км

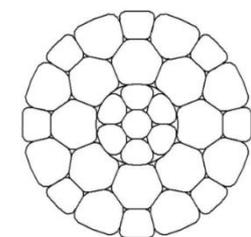


➤ **Дополнительный экономический эффект за счет высокой прочности на разрыв: уменьшение количества опор и уменьшения стрелы провеса. Также снижения ветровых нагрузок; уровня внутренней коррозии в проводнике; интенсивности образования гололёда за счёт формы поверхности; амплитуды галопирования проводников.**





Три принципиальных конструкции в высокопрочном (АСВП) и высокотемпературном (АСВТ) исполнении

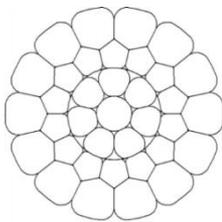


Длительно допустимый ток **АСВТ** при 150°C, температуре воздуха 20°C и скорости ветра 1,2 м/с

Длительно допустимый ток **АСВП** при температуре воздуха 20°C и ветре 1,2 м/с, при разной температуре нагрева провода, **Δ**

Номинальное сечение, мм ²	Ток, А
(128/36)-исп. I; (128/37)-исп. II	690,9
(133/37)-исп. I; (133/38)-исп. II	713,2
(139/38)-исп. I; (139/39)-исп. II	735,4
(159/44)-исп. I; (159/45)-исп. II	808,9
(162/46)-исп. I; (162/47)-исп. II	821,6
(168/50)-исп. I; (168/51)-исп. II	846,2
(174/50)-исп. I; (174/51)-исп. II	864,7
(190/54)-исп. I; (190/55)-исп. II	918,0
(197/55)-исп. I; (197/56)-исп. II	942,8
(197/56)-исп. I; (197/57)-исп. II	944,8
(214/60)-исп. I; (214/61)-исп. II	998,0
(218/62)-исп. I; (218/63)-исп. II	1009,6
(258/73)-исп. I; (258/74)-исп. II	1141,0
(277/80)-исп. I; (277/81)-исп. II	1199,6
(371/108)-исп. I; (371/109)-исп. II	1475,9
(461/64)-исп. III	1667,8
(477/66)-исп. III	1711,7
(571/80)-исп. III	1941,7

Исп. III



Номинальное сечение, мм ²	Δдл, 70°	Δдл, 90°C,
(128/36)-исп. I; (128/37)-исп. II	411,73	496,637
(133/37)-исп. I; (133/38)-исп. II	425,02	512,659
(139/38)-исп. I; (139/39)-исп. II	438,23	528,591
(159/44)-исп. I; (159/45)-исп. II	482,02	581,406
(162/46)-исп. I; (162/47)-исп. II	489,56	590,494
(168/50)-исп. I; (168/51)-исп. II	504,17	608,117
(174/50)-исп. I; (174/51)-исп. II	515,2	621,411
(190/54)-исп. I; (190/55)-исп. II	546,92	659,667
(197/55)-исп. I; (197/56)-исп. II	561,7	677,481
(197/56)-исп. I; (197/57)-исп. II	562,9	678,937
(214/60)-исп. I; (214/61)-исп. II	594,5	717,059
(218/62)-исп. I; (218/63)-исп. II	601,45	725,439
(258/73)-исп. I; (258/74)-исп. II	679,63	819,724
(277/80)-исп. I; (277/81)-исп. II	714,5	861,767
(371/108)-исп. I; (371/109)-II	878,8	1059,9
(461/64)-исп. III	993,02	1197,65
(477/66)-исп. III	1019,1	1229,09
(571/80)-исп. III	1155,9	1394,04

Технические характеристики проводов АСВП и АСВТ исполнения I

Ном. сечение мм ²	Диаметр, мм						Сечение алюминий/сталь, мм ²	Масса 1000 метров провода, кг			
	про-вода	стального сердечника	провода					стального сердечника	алюминиевой части	про-вода без смаз-ки	смазанного про-ва
			стального сердечника		алюминиевой части провода						
			центр. 1 шт	1-го слоя 6 шт	2-го слоя 14 шт	3-го слоя 14 шт					
(128/36)	15,20	7,27	2,70	2,55	1,95	2,80	128,0/36,3	287,2	358,7	645,9	659,5
(133/37)	15,40	7,37	2,75	2,60	2,00	2,85	133,2/37,7	298,5	373,5	672,0	686,0
(139/38)	15,67	7,45	2,80	2,60	2,05	2,90	138,6/38,0	300,1	388,6	688,7	703,2
(159/44)	16,80	8,02	3,00	2,80	2,20	3,10	158,8/44,0	347,5	445,2	792,7	809,4
(162/45)	17,10	8,17	3,05	2,85	2,20	3,15	162,3/45,5	359,9	454,9	814,8	831,0
(168/49)	17,50	8,43	3,15	2,95	2,25	3,20	168,2/48,8	385,4	471,5	856,9	875,0
(174/50)	17,73	8,50	3,15	3,00	2,30	3,25	174,3/50,2	396,5	488,4	884,9	903,5
(190/54)	18,50	8,85	3,30	3,10	2,40	3,40	190,4/53,8	425,3	535,0	960,3	980,5
(197/55)	18,80	8,95	3,35	3,15	2,45	3,45	196,8/55,5	438,9	551,6	990,5	1011,0
(197/56)	18,90	9,00	3,40	3,15	2,45	3,45	196,8/55,8	441,0	551,6	992,6	1013,5
(214/61)	19,60	9,36	3,50	3,30	2,55	3,60	214/60,9	481,3	599,6	1080,9	1103,6
(218/63)	19,82	9,50	3,55	3,35	2,55	3,65	217,9/62,7	495,9	610,8	1106,7	1130,0
(258/73)	21,60	10,30	3,85	3,60	2,80	3,95	257,7/72,7	574,3	722,2	1296,5	1323,7
(277/79)	22,40	10,75	4,00	3,75	2,90	4,10	277,3/78,8	622,6	777,0	1399,6	1429,0
(371/106)	26,00	12,48	4,70	4,35	3,35	4,75	371,4/106,5	841,0	1041,0	1882,0	1921,8

Дополнительные характеристики проводов АСВП и АСВТ исполнения I

Номинальное сечение, мм ²	Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при 20° С, Ом, не более	Разрывное усилие провода, Н, не менее
(128/36)	0,2250	77067
(133/37)	0,2170	80141
(139/38)	0,2070	81170
(159/44)	0,1810	93198
(162/45)	0,1780	96146
(168/49)	0,1710	102034
(174/50)	0,1655	104886
(190/54)	0,1520	113054
(197/55)	0,1460	116750
(197/56)	0,1460	117147
(214/61)	0,1348	126672
(218/63)	0,1329	130096
(258/73)	0,1116	151533
(277/79)	0,1040	163940
(371/106)	0,0776	220403

Технические характеристики проводов АСВП и АСВТ исполнения II

Номинальное сечение, мм ²	Диаметр, мм						Сечение алюминий/сталь, мм ²	Масса 1000 метров провода, кг			
	провода	стального сердечника	провода					стального сердечника	алюминиевой части	провода без смазки	смазанного провода
			стального сердечника		алюминиевой части провода						
			центр. 1 шт	1-го слоя 7 шт	2-го слоя 14 шт	3-го слоя 14 шт					
(128/37)	15,20	7,27	3,20	2,30	1,95	2,80	128/37,1	293,2	358,7	651,9	665,6
(133/38)	15,40	7,37	3,25	2,35	2,00	2,85	133,2/38,6	305,3	373,5	678,8	693,0
(139/39)	15,67	7,45	3,30	2,35	2,05	2,90	138,6/38,9	307,3	388,5	695,8	710,5
(159/45)	16,80	8,02	3,55	2,55	2,20	3,10	158,8/45,6	360,5	445,1	805,7	822,6
(162/47)	17,10	8,17	3,60	2,60	2,20	3,15	162,3/47,3	373,9	454,9	828,8	846,2
(168/51)	17,50	8,43	3,70	2,70	2,25	3,20	168,2/50,8	401,5	471,5	873,0	891,4
(174/51)	17,73	8,50	3,75	2,70	2,30	3,25	174,3/51,1	403,8	488,4	892,2	911,0
(190/55)	18,50	8,85	3,90	2,80	2,40	3,40	190,4/55,0	435,0	535,0	970,0	990,3
(197/56)	18,80	8,95	3,95	2,85	2,45	3,45	196,8/56,9	449,5	551,6	1001,1	1022,2
(197/57)	18,90	9,00	4,00	2,85	2,45	3,45	196,8/57,2	451,9	551,6	1003,5	1024,5
(214/61)	19,60	9,36	4,15	2,95	2,55	3,60	214/61,3	484,7	599,6	1084,3	1107,0
(218/63)	19,82	9,50	4,20	3,00	2,55	3,65	217,9/63,3	500,2	610,8	1111,0	1134,0
(258/74)	21,60	10,30	4,55	3,25	2,80	3,95	257,7/74,3	587,1	722,2	1309,3	1337,0
(277/81)	22,40	10,75	4,75	3,40	2,90	4,10	277,3/81,2	642,0	777,0	1419,0	1449,0
(371/109)	26,00	12,48	5,50	3,95	3,35	4,75	371,4/109,5	865,2	1041,0	1906,2	1946,0

Дополнительные характеристики проводов АСВП и АСВТ исполнения II

Номинальное сечение, мм ²	Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при 20° С, Ом, не более	Разрывное усилие провода, Н, не менее
(128/37)	0,2288	79221
(133/38)	0,2170	81461
(139/39)	0,2070	82547
(159/45)	0,1810	95691
(162/47)	0,1780	98824
(168/51)	0,1710	105119
(174/51)	0,1655	10283
(190/55)	0,1520	114897
(197/56)	0,1460	116846
(197/57)	0,1460	119262
(214/61)	0,1348	127332
(218/63)	0,1329	130940
(258/74)	0,1116	153997
(277/81)	0,1040	167655
(371/109)	0,0776	225001

Провод АСВТ имеет значительно более высокую прочность и пропускную способность, чем у АС и АЕРО-Z, а также чем у целого ряда других типов проводов тех же диаметров.

Из этого следует, что новые провода АСВП и АСВТ расширяют рамки проектирования ВЛ и позволяют решить задачи, которые раньше решить было нельзя или решение которых было связано с большими затратами.

Технические характеристики проводов АСВП и АСВТ исполнения III

Номинальное сечение, мм ²	Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при 20° С, Ом, не более	Разрывное усилие провода, Н, не менее
(461/64)	0,0625	170507
(477/66)	0,0604	175910
(571/80)	0,0504	211994

Ном. сечение мм ²	Диаметр, мм							Сечение алюминий/сталь, мм ²	Масса 1000 метров провода, кг			
	про- вода	сталь - ного серд ечника	проволоки						сталь- ного серд ечника	алю- мини- евой части	про- вода без смаз-ки	смазан- ного про- вода
			стального сердечника		алюминиевой части провода							
			центр. 1 шт	1-го слоя 6 шт	2-го слоя 8 шт	3-го слоя						
боль ш диам 8 шт	мень ш диам. 8 шт											
(461/64)	26,91	9,70	3,65	3,40	5,70	5,15	3,80	461,5/64,9	512,0	1290,0	1802,0	1840,0
(477/66)	27,50	9,85	3,70	3,45	5,80	5,25	3,85	477,6/66,8	526,0	1334,0	1860,0	1900,0
(571/80)	30,00	10,83	4,05	3,80	6,35	5,75	4,20	571,9/80,9	638,0	1598,0	2236,0	2283,0

Технические характеристики проводов АСВП/АСВТ

(Дополнение 2016)

Позволяют эффективно заменять провода АС 300/39 и АС 400/51

(I-II районы по гололёду) и АС 300/66 и АС 400/93 (III-IV районы), а также АС185/43 (200/32, 205/27) как при реконструкции ВЛЭП 220, 330, 500 кВ, так и при замене без реконструкции ВЛЭП (на старых опорах). Снижаются потери, в т.ч. на корону (за счёт конструкции), риски гололёдообразования (на 20-40%), аэродинамические нагрузки (до 40%), при одновременном повышении пропускной способности и срока службы

Ном. сечение, мм ²	I _{дл.доп} АСВП, При t-70°C	I _{дл.доп} АСВТ, При t-150°C	Расчетные параметры проводов марок АСВП**					Вес 1000м, кг
			Сечение алюминий/сталь, мм ²	Диаметр, мм		Электрическое сопротивление 1км провода постоянному току при 20 °С, Ом, не более	Разрывное усилие, Н, не менее	
				провода	стального сердечника			
216/33	718,00	1097,0	216,3/32,9	18,5	6,7	0,1334	89500*	870
150/23	563,00	855,0	150,1/22,7	15,40	5,60	0,192	61140	598
295/44	879,00	1348,0	294,8/43,9	21,50	7,80	0,098	116800	1183
317/47	922,00	1416,0	317,3/47,3	22,30	8,08	0,091	125400	1267
389/59	1053,00	1622,0	388,6/58,8	24,75	8,99	0,074	154400	1558
403/61	1071,00	1639,0	403,4/61,0	25,20	9,17	0,072	160380	1617

*- Разрывное усилие указано фактическое в реальных испытаниях системы «провод-зажим».

** - Провода могут быть изготовлены в высокотемпературном исполнении (АСВТ, t_{раб}=150°, t_{max}=210°).

***- Провод, изготовленный по СТО 71915393-ТУ 120-2013 (Дополнение) ОАО «Северсталь-Метиз», испытан в системе «провод-арматура», с натяжными зажимами НС-18,4/18,7-32(100) (ТУ 3449-002-27560230-06) производства ЗАО «Электросетьстройпроект».

• Испытания проведены в соответствии с регламентом ПАО «Россети» в

• Модуль упругости – $0,79 * 10^5$ Н/мм², против $0,63 * 10^5$ Н/мм² - у АС.

• Коэффициент линейного расширения $\times 10^{-6}$, 1/°С - 19,6

• Линейка проводов АСВП «Дополнение 2016» позволяет увеличить энергоэффективность ВЛЭП при плановых заменах, особенно учитывая возможность стыковки с проводами АС, практически равные нагрузки на опоры (с учётом аэродинамики и гололёда даже меньше).

Технические характеристики проводов для распределительных сетей 6-35кВ

сечение, мм ²	Расчетные параметры проводов марок АСВП								
	Сечение алюминий/сталь, мм ²	Диаметр, мм		Электрич. сопротивление 1км провода постоянному току при 20 °С, Ом, не более	Разрывное усилие, Н, не менее	Масса 1 км провода, кг			
		провода	сердечника			сердечника	AL-части	про-вода без смазки	смазанного провода
50/8,0	48,0/6,15	8,90	2,80	0,600	18860	49	133	182	186
49/6	49,5/5,51	8,90	2,65	0,582	17680	43	135	178	182
57/6	56,7/6,37	9,60	2,85	0,508	20360	50	154	204	209
68/8	67,6/7,54	10,40	3,10	0,426	24180	59	184	243	248
81/9	81,3/9,07	11,40	3,40	0,354	29077	71	221	292	299
98/11	98,2/11,0	12,60	3,75	0,293	34150	87	267	354	361
112/13	112,4/12,6	13,50	4,00	0,256	38960	98	306	404	413
Провод	I _{дл.доп} , АСВП, t-70°C		I _{дл.доп} , АСВТ, t-150°C		Кoeff. линейного расширения x10-6, 1/°C			Модуль упругости -* 10 ⁵ Н/мм ²	
50/8,0	245,00		365,0		19,98			0,75	
49/6	254,00		382,0		20,28			0,75	
57/6	277,00		416,0		20,26			0,75	
68/8	311,00		469,0		20,28			0,75	
81/9	350,00		529,0		20,27			0,75	
98/11	395,00		599,0		20,26			0,75	
112/13	431,00		654,0		20,27			0,75	

*- Сечение выбрано наиболее технологичное и может быть иным, в соответствии с потребностями ПАО «Россети».

** - Из-за повышенной механической прочности (на 10-76%), позволяет снизить стрелы провеса или уменьшить количество опор ВЛ.

***- Для реконструкции ВЛЭП, разрывное усилие может быть снижено, для сохранения проектных усилий на опоры.

****- Провода могут быть изготовлены в высокотемпературном исполнении (АСВТ, t_{раб}=150°, t_{max}=210°).

•Провод при одинаковом диаметре и практически одинаковом весе обладает меньшим электрическим сопротивлением (на 14-29%), что позволяет снизить потери в распределительных сетях.

•Провод позволяет повысить пропускную способность при реконструкции распределительных сетей, без замены опор.

•Способность выдерживать большие ветровые нагрузки из-за более обтекаемой (гладкой) формы провода, и снижение, по той же причине гололёдообразования (15-20%).

Комплекс предлагаемых продуктов для ВЛЭП, прошёл не менее двух полных циклов

испытаний совместно с арматурой, обеспечивающей эффективную эксплуатацию в любых, в т.ч. экстремальных условиях. Все изделия аттестованы.

Технология пластической деформации обеспечивает увеличение коэффициента заполнения до 92-97%, что приводит к значительному увеличению прочности и площади сечения, без увеличения диаметра, снижению аэродинамической нагрузки (20-35%), гололёдообразования (25-40%). Закрытая конструкция обеспечивает дополнительную защиту внутренних слоёв стали (у провода-сердечника) от коррозии.

Сама технология проще, а значит значительно дешевле, чем у любой аналогичной продукции, при этом достигаются, как минимум те же характеристики. Максимальная эффективность (в т.ч. увеличение пролётов до 30%) достигается комплексным использованием наших проводов и грозотросов (или ОКГТ) при новом строительстве. И при других вариантах использования (переходы, увеличение пропускной способности старых ВЛ и т.п.), каждый из продуктов обеспечивает решение целого ряда проблем.

- Сталеалюминевый провод высокопрочный (АСВП, используется Al обычных марок). Повышенная механическая прочность и компактность конструкции позволяет: использовать провода значительно меньших диаметров и веса в одинаковых по длине пролетах ВЛ или увеличить расстояния между опорами (при одинаковых сечениях проводов) минимально на 20-30% без изменения пропускной способности ВЛ, а также повысить предельно допустимое значение тока при одинаковых максимально допустимых температурах. При одинаковой механической прочности пропускная способность выше на 15 -25%. При одинаковых электро-механических характеристиках АСПВ имеет сопоставимую цену с АС.
- Сталеалюминевый провод высокотемпературный (АСВТ). Сплав (минимальная добавка Zr, увеличивающего предельно допустимую температуру использования этих проводов с 90°С до 210°С.), разработанный совместно с РУСАЛ, конструкция провода и арматуры, позволяют без изменения сопротивления провода (относительно нашего АСПВ), достичь резкого роста пропускной способности (до 100%), без значительного удорожания.
- Грозотрос МЗ по ТУ-062 (эксплуатируется с 2008г, поставлено 14 000км) – Единственный, выдерживающий полный цикл последовательных испытаний одного образца, на воздействие тока молнии, золовую вибрацию, пляску, а также на стойкость к токам короткого замыкания, сохраняя исходные механические свойства после всех воздействий.
- ОКГТ – сохраняет те же свойства, что и МЗ. Количество оптических волокон в серийных изделиях до 96.

Наше техническое решение снизит затраты при строительстве и одновременно повысит надёжность ВЛ особенно в южных районах.

- Длительно допустимый ток и пропускная способность снижается, с ростом температуры провода. В связи с этим возникает необходимость применять провод большего сечения. Провод в южных районах перегревается только за счёт воздействия солнца до предаварийных температур. При высокой плотности тока возможны аварийные режимы работы линии в летний период.
- Происходит значительное температурное удлинение провода. При этом возможны повреждение или обрывы проводов; перекрытия на деревья, препятствия и другие ВЛ при провисании проводов в пролёте; отключение потребителей при снижении пропускной способности линий в результате нагрева провода особенно на ВЛ Уном ≤ 220 кВ. Например, в пролёте 300 м у провода с соотношением сечений алюминия и стали - 6, при температуре 40°C , допустимая температура нагрева провода лежит в диапазоне $58 - 62^{\circ}\text{C}$ (в среднем 60°C). Температура вполне достижимая на юге при слабом ветре.
- **Снижение длительно допустимого тока** при 40°C -14%, при 50°C -30%
- ✓ Для компенсации этих факторов технически необходимо применять провода с избыточными сечениями и увеличивать количество опор, из-за крайне высокой стоимости известных высокотемпературных проводов.
 - ❖ Провод конструкции Энергосервис (АСВТ) из сплава, специально разработанного ОК РУСАЛ, позволяют повысить рабочие нагрузки и температуры, снизив стрелы провеса и их зависимость от всех атмосферных воздействий (солнце, гололёд и ветер), без дополнительных затрат.

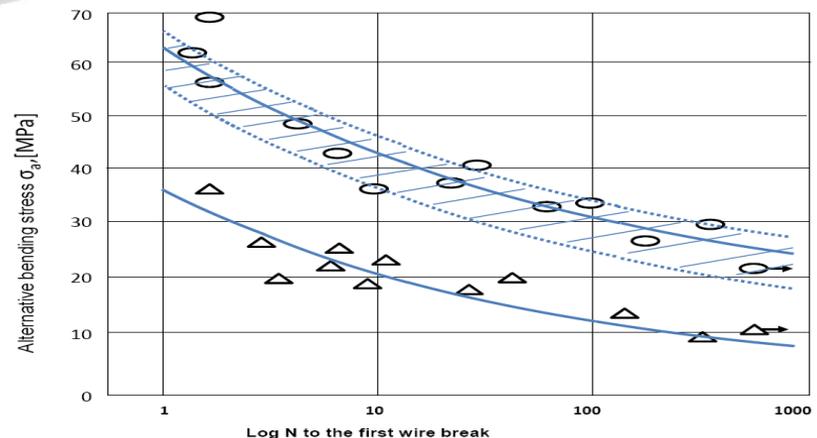




Эксплуатационные параметры новых проводников значительно превышают стандартные АС, при этом их стоимость сопоставима с АС, в том числе в высокотемпературном исполнении.

- Новые проводники превосходны для нового строительства, в областях со значительными ветровыми/гололёдными нагрузками или для протяжённых переходов.
- Наиболее эффективно интегрированное использование АСВП/АСВТ совместно с нашими грозотросами (или ОКГТ) с подобными механическими характеристиками.
- При увеличении пропускной способности действующих линий или в районах с высокими температурами воздуха и солнечной радиацией, особенно рассматривая их довольно низкую стоимость.

- **Значительное снижение эксплуатационной вытяжки пластически деформированных проводников подтверждены серией экспериментов**



Вытяжка АСВП/АСВТ (заштрихованная область).
Результаты для АСВП/АСВТ (замещающие знаки) и АС
проводов (дельты) воспроизведены на основе опытов

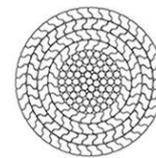
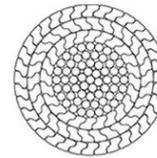
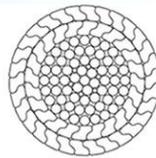
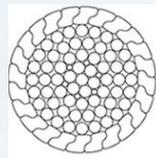
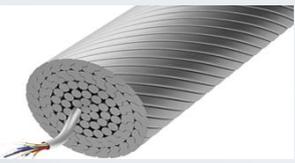


Параметры новых проводов АСВП/АСВТ в комплексе с грозотросом МЗ или ОКГТ могут быть крайне эффективны при строительстве протяженных переходов.

Применение новых проводов, может позволить **уменьшить высоту концевых анкерных опор перехода до 25–30 %** относительно стандартных размеров опорных мачт, что приведет к снижению стоимости всего перехода



При выборе оптимальных технических решений для конкретных переходов мы готовы предложить многолетний опыт создания новых сложнейших конструкций



Технико-экономическое сравнение проводов проведенное ПАО Россети

	Компания производитель	Провод	Диаметр, мм	Масса, кг/км	МТПС, А	Разрывное усилие, кН	Сопротивлени е, Ом/км	Стрела провеса при Tmax, м	Стоимость* евро/км
--	---------------------------	--------	----------------	-----------------	------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------------

ТРАДИЦИОННО ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРОВОДА

1	Производители провода «классических» типов»	АС 240/32	21,6	921	605	72,7	0,121	13,2	2 812 (62%)
2		АС 300/39	24,0	1 132	710	89,2	0,098	11,5	4 030 (89%)
3		АС 400/51	27,5	1 490	825	115,4	0,075	11,7	4 550 (100%)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТИПЫ ПРОВОДОВ (С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ)

4	Энергосервис/ «Северсталь-метиз»	АСВТ 461/64 <u>высокотемпературный</u>	26,9	1 802	1 668	170,5	0,063	9,3	6 844(150%)
	- “ -	АСВТ 371/106	26	1 882	1 476	220,4	0,0776	7,8	6000(149%)
	- “ -	АСВТ 277/79	22,4	1 400	1 199	163,9	0,1040	7,7	4475(111%)
	- “ -	АСВП 277/79	22,4	1 400	862	163,9	0,1040	7,9	3977(98%)
5	Lumpi-Berndorf (Австрия)	TACSR/HACIN 212/49	21	939	861	95,4	0,1283	10,5	20 000 (450%)
6	Lumpi-Berndorf (Австрия)	TACSR/ACS 212/49	21	914	871	95,4	0,1283	11,6	12 000 (270%)
7	J-Power Systems (Япония)	GTACSR 217/49	20,3	1 015	840	110,7	0,136	9,1	20 000 (450%)
8	Nexans (Франция)	366-2Z	23,1	1 014	732	116,2	0,092	9,9	27 000 (600%)
9	3М (США)	ACCR 405-T16	20,1	684	1 059	70,0	0,129	8,2	40 000(1 000%)

При пропускной способности выше в 1,5-2 раза и увеличенной допустимой температуре, зарубежные аналоги имеют стоимость в 5-10 раз выше и более высокие потери при токовой нагрузке, разогревающий провод выше 90 °С. Исходя из этого, необходимо проводить технико-экономическое сравнение различных типов проводов в каждом проекте строительства ВЛ с учётом жизненного цикла. (* -стоимость указана оценочно на осень 2015г)

Провода высокопрочные при значительно лучших характеристиках сопоставимы по экономическим показателям с проводом АС

Возможные варианты замены провода АС на АСВП производства компании ООО «Энергосервис»*(на примере индикативных сечений)

Провод	Ø, мм	Цена 1 км без НДС 18%	Идл.д при 70°С	Вес кг	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВП	Ø, мм**	Цена 1 км без НДС 18%	Идл.д при 70°С	Вес, кг	Разрывное усилие провода, Н
АС 150/34	17,5	122 850	450	675	62643	АСВП 139/39	15,7	114 800	438,23	688,7	81170
АС 185/43	19,6	153 972	515	846	77767	АСВП 174/51	17,7	154 232	515,2	884,9	104886
АС 240/56	22,4	201 292	610	1106	98253	АСВП 218/63	19,8	192 600	608	1106,7	130096
АС 300/67	24,5	240 786	680	1323	126270	АСВП 258/73	21,6	227 500	679,63	1296	151533
АС 400/51	27,5	271 180	825	1490	120481	АСВП 295/44	21,5	230 000	879	1183	116800
АС 500/64	30,6	337 064	945	1852	148257	АСВП 461/64	26,9	342 828	993,02	1802	170507

*-Цены указаны с учётом средне-летней (2016г) стоимости алюминия.

Наши высокотемпературные провода принципиально меняют подходы к этому классу проводников!

Возможные варианты замены провода АС на провод **АСВТ** *(на примере индикативных сечений)

Провод	Ø, мм	Цена 1 км без НДС 18%	Идл.д при 70°С, А	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВТ	Ø, мм*	Цена 1 км без НДС 18%	Идл.д при 90°С, А	Идл.д при 150°С, А	Разрывное усилие провода, Н
АС-240/32	21,6	150 657	605	75500	АСВТ 128/36	15,2	144 068	559,23	696,9	77070
АС 330/43	25,4	243 000	730	103784	АСВТ 214/61	19,6	211 800	755	998	126672
АС 400/51	27,5	275 180	825	120481	АСВТ 277/81	22,4	275 300	901	1199,6	167655

Оценка стоимости замены проводов на примере проекта ВЛ 110 кВ, Волгоградская область

Производитель	ГОСТ 839-80	Nexans	Nexans	Nexans	Сим-Рос- Ламифил	J-Power Systems	Энергосервис	Энергосервис
Основной показатель	АС-240/32	AERO-Z AAACZ2 42 A3F	AERO-Z AACSR25 1 A3F	AERO- T ACSS T 278	AAAC-Z 177-1Z	GZTACS R 185	АСВП 162/46	<u>АСВТ 128/36</u>
1 Сечение провода, мм²	275,7	246,02	250,95	278,29	179	206,1	209,6	164,6
2 Наружный диаметр, мм	21,6	18,9	19,1	20,1	16,5	19	17,1	15,2
3 Удельная масса провода со смазкой, кг/км	921	688	881	876	507	845	846,2	659,5
4 Разрывная нагрузка, кН	75,5	80	114,4	67	57,07	81,6	98,82	77,07
5 Модуль упругости, кН/мм²	77	56	73	110	56	70,6	109	109
6 ТКЛРх10⁻⁶, 1/°С	19,8	23	18	11,5	23	11,5	16,7	16,7
7 Токовая нагрузка, А	605	596	565	519	573	983	602	690,1
8 Длительно допустимая температура, °С	70	90	90	250	90	210	70	150
9 Стоимость, руб/км с НДС	177 775	660 000	720 000	750 000	258 042	794 848	173 460	<u>170 000</u>

Сравнение характеристик АСВП и АСВТ со стандартным проводом диаметром 17,1 мм

Важная задача: определить, где использование новых проводников будут наиболее эффективны

Параметр	АС 150/24	АСВП/АСВТ 162/47	
	значение	значение	Изменение относительно АС
Сечение, мм ²	24,2	47,3	+90
Сечение алюминия, мм ²	149	162,3	+8,9
Диаметр, мм	17,1	17,1	0,0
Номинальная Прочность на разрыв, daN	5227,9	9882,4	+89,0
Длительно допустимый рабочий ток, А	554	590,5 (822)	+ 6,6 (+ 48,4)
Длина пролёта с одинаковым провесом, m	280	364	+ 30
Количество опор на 10км Линии	37	27	- 27
Электрические потери при одинаковой нагрузке(150 А), MWh/km в год	41,7	36,4	- 12,7
Коэффициент расширения , 10 ⁻⁶ 1/ °С	19,2	16,7	- 13
Модуль упругости, E*10-3, N/mm2	82,5	88	+ 6,7
<u>Стрела провеса при температуре воздуха (+40 °С), m, пролёт:250 m</u>	6,29	3,32	- 47,2
<u>300 m</u>	9,26	4,87	
Стрела провеса при температуре воздуха (- 5 ° С) в 3-м ветровом и гололёдном районе, m: пролёт 250/300м	6,66 9,63	4,41 6,04	- 33,8
Электрическое поле начала короны в сухой погоде, kV/cm	34,04	40,0	+17,5
Сопротивление (20 °С), Ом/km	0,2039	0,1780	-12,7
Оценка относительных затрат на сам провод без учёта экономии за счёт уменьшения количества и высоты опор	100 %	100-115 %	

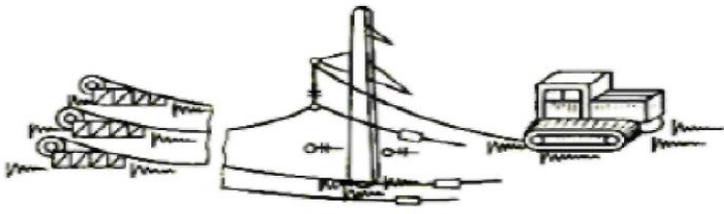
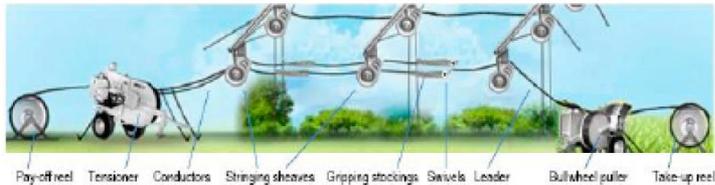


Оценка стоимости замены проводов на примере проекта ВЛ 220 кВ Обнинск-Созвездие

Наименование стоимости	Марка провода		
	АС	АСВП	АСВП
	400/51	371/109	461/64
Стоимость провода, млн. руб	45,76	62,56	77,57
Стоимость промежуточных опор, млн. руб.	112,87	90,29	99,96
Стоимость промежуточных опор с усилением анкерных опор*, млн. руб.	112,87	90,29	99,96
Стоимость анкерных опор, млн. руб.	39,92	39,92	39,92
Стоимость строительства, млн. руб.	9,36	13,88	11,94
Стоимость строительства с усиленными анкерными опорами, млн. руб.	320,78	296,94	329,35
Экономия на электрических потерях за 45 лет (I= 146 А), млн. руб.	-	-6,97	9,93
Стоимость с экономией на потерях (I=146 А), млн. руб.	320,78	303,91	319,42
Экономия на электрических потерях за 45 лет (I= 212 А), млн. руб.	-	-14,70	20,93
Стоимость с экономией на потерях (I=212 А), млн. руб.	320,78	311,63	308,42

Как показывает проведенное сравнение наши провода вполне могли бы использоваться на замену старому АС 400/51 на этой ВЛ даже с экономической выгодой с учетом суммарных потерь электроэнергии из-за неравенства сечений по токопроводящему материалу Al. Предпочтительнее выглядит эта экономия для проводов АСВП 371/109 и АСВП 277/79 при токе 146 А. **С увеличением значения тока до 212 А наименьшая затратная стоимость у провода АСВП 461/64 и АСВП 371/109.** Следует отметить, что **во всех расчетах суммарная стоимость строительства ВЛ при применении предлагаемых нами проводов ниже, чем у АС 400/51.**

Усовершенствование методов прокладки проводов НА воздушных ЛЭП и применимость новых проводов АСВП, АСВТ

Традиционный метод (использование тракторов, провода ослаблены)	Новый метод (прокладка проводов с натяжением)
	
<p>При использовании первого метода барабаны проводов жестко крепятся на платформах с защитным покрытием. Протяжка проводов осуществляется с помощью тягового механизма (обычно трактора), передвигающегося по ходу ЛЭП. Мало внимания уделялось свободному вращению провода в процессе его разматывания и протяжки. Использование проводов однонаправленной скрутки повивов находится под вопросом.</p>	<p>Второй метод прокладки предписывает использование шарниров при протяжке проводов вдоль линии. Эта мера обеспечивает лучшее балансирование провода для защиты от скручивания после завершения процесса. Натяжение при протяжке составляет приблизительно 10 % от рабочего натяжения (см. стандарт STD IEEE 524-2003). Использование проводов однонаправленной скрутки повивов можно допустить.</p>
<p>СТАНДАРТНЫЕ ПРОВОДА. Эксплуатация стандартных проводов протяженностью многие миллионы километров на воздушных ЛЭП в разных странах – обычная практика. Некоторые недостатки, характерные для этих стандартных проводов:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊖ 1. Низкая плотность потока мощности и прочность; ⊖ 2. Высокая чувствительность (низкая устойчивость к усталостным напряжениям) к изгибным усилиям в случае многослойной алюминиевой части; ⊖ 3. Недостаточная устойчивость к ударам молнии; ⊖ 4. Недостаточная устойчивость к коррозии проводов (в агрессивной атмосфере). 	<p>НОВЫЕ ПРОВОДА. Их широкое применение очень ограничено к настоящему моменту. При этом в проводах, основанных на новом принципе, может использоваться много улучшений, важных для эксплуатации, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊕ 1. Повышенная плотность потока мощности и прочность; ⊕ 2. При одинаковой плотности потока мощности, существенно меньший вес; ⊕ 3. Более высокие характеристики усталостной прочности при изгибе по сравнению со стандартными проводами; ⊕ 4. Высокая устойчивость к ударам молнии;

Пластическая деформация с коэффициентом заполнения 0,95-0,97, предотвращает раскручивание провода, взаимное смещение его элементов под действием растягивающих сил, также существенно снижаются величины удлинений. Из-за механического упрочнения прочность алюминиевых проводов увеличивается в 1,5–2 раза.

Полное импортозамещение

От интеллектуальной
собственности и сырья
до производства
(16 Патентов РФ и Германии)

ОКГТ с молниестойкостью и свойствами грозотроса МЗ

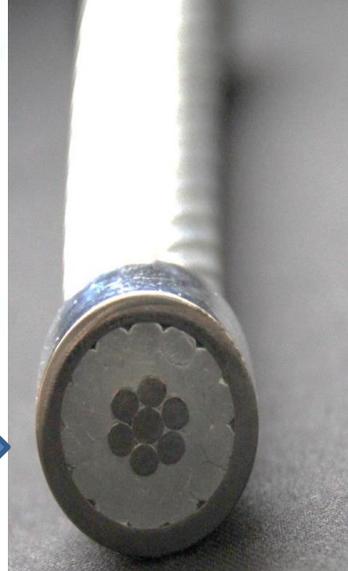
Патентный приоритет:
Элементы конструкции с 2008г.
Изделие и технология – с 2010г.

Грозозащитный трос МЗ

Опыт эксплуатации с 2008г
Использование – 15 000 км ВЛ
Патентный приоритет на
изделие и технологию с 2008г.



← Аттестация 2014г →



Deutsches
Patent- und Markenamt

Patent DE102014101833

Провода высокопрочные (АСВП) и высокотемпературные (АСВТ)

Патентный приоритет:
Элементы конструкции с 2008г.
Провод в целом – с 2011г.
Технология - с 2008г.





Инжиниринговая компания ООО «Энергосервис»

Некоторые реализованные проекты для крупнейших компаний

Программа реконструкции Мостовых переходов в СКФО



Предложение для РЖД



2001г



РЖД
Russian Railways Несущий трос

контактной сети РЖД



НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ



Первый мост РФ-Череповец-1979г

(Канаты не менялись НИКОГДА! как и в Киеве (1963,1976 г.), в Риге (1981)



Реализация полного импортозамещения



АВТОДОР
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

ВПЕРВЫЕ! Российские
Тросовые ограждения



*Мы предлагаем Вам снижение
затрат при строительстве
и эксплуатации
с повышением надёжности!*

