

**Инжиниринговая компания**

# **Метсбытсервис**

*Простые решения сложных проблем*

**Особенности применения проводов  
нового поколения *Высокопрочных (АСВП)*  
и *Высокотемпературных (АСВТ)* на  
объектах ПАО «Россети»**



**Patent DE102014101833**



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

испытаний совместно с прессуемой и спиральной 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 рост напряжения возникновения короны и дополнительную защиту внутренних слоёв стали (у провода-сердечника) от коррозии.

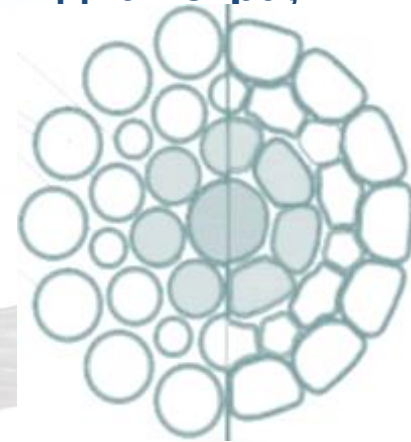
Сама технология проще, а значит значительно дешевле, чем у любой аналогичной продукции, при этом достигаются, как минимум те же характеристики. Максимальная эффективность (в т.ч. увеличение пролётов до 30%) достигается комплексным использованием наших проводов и грозотросов (или ОКГТ) при новом строительстве. 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 АІ 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) до 40% 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 АСВП имеет сопоставимую цену с АС.
- Сталеалюминевый провод высокотемпературный (АСВТ). Сплав, увеличивающий предельно допустимую температуру проводов с 90°С до 210°С.), разработанный совместно с РУСАЛ и конструкция провода позволяют без изменения сопротивления провода (относительно АСВП), достичь роста пропускной способности (до 100%), без значительного удорожания.
- Грозотрос МЗ по ТУ-062 (эксплуатируется с 2008г, поставлено 17 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.

# Комплекс продуктов для ВЛЭП,

Технология пластической деформации обеспечивает комплекс преимуществ:

- увеличение коэффициента заполнения до 92-97%, значительно увеличивает прочность и площадь сечения, без увеличения диаметра;
- снижению аэродинамической нагрузки (20-35%);
- гололёдообразования (25-40%);
- закрытая конструкция обеспечивает рост напряжения возникновения короны;
- дополнительную защиту внутренних слоёв стали (у провода-сердечника) от коррозии;
- технология проще, а значит значительно дешевле, чем у любой аналогичной продукции, при этом достигаются, как минимум те же характеристики;
- предотвращает раскручивание провода;
- в несколько раз снижается эксплуатационная вытяжка.



- ❑ Сталеалюминевый провод высокопрочный АСВП и высокотемпературный (АСВТ) прошли не менее двух полных циклов испытаний совместно с прессуемой и спиральной арматурой.

Грозотрос МЗ по ТУ-062 (эксплуатируется с 2008г, поставлено 17 000км).

ОКГТ – сохраняет те же свойства, что и МЗ.

- ✓ Все изделия аттестованы.



**Эксплуатационные параметры АСВП/АСВТ значительно превышают стандартные АС, при этом их стоимость сопоставима с АС, в том числе в высокотемпературном исполнении.**



**Наиболее перспективные направления использования АСВП/АСВТ:**

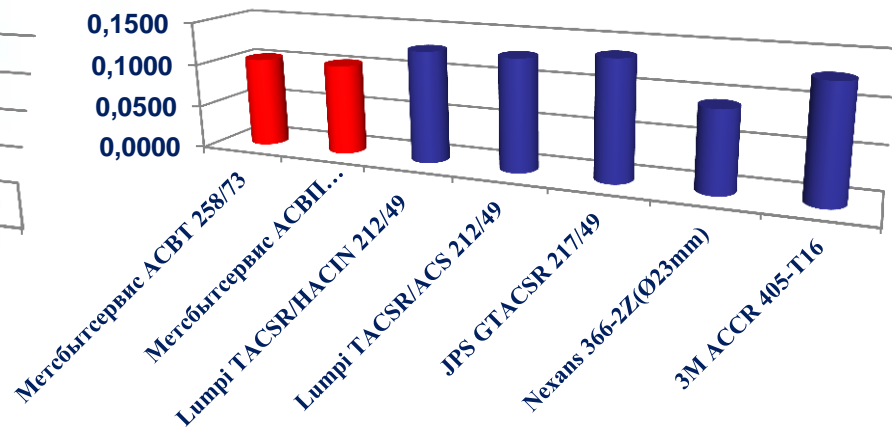
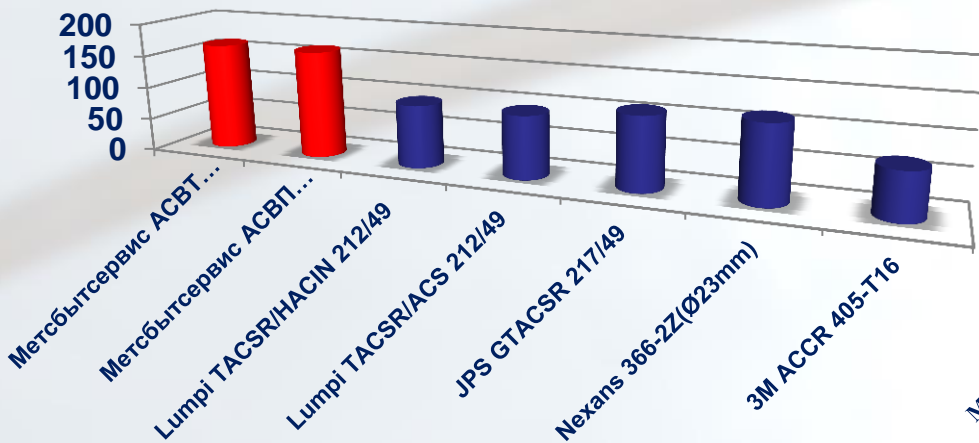
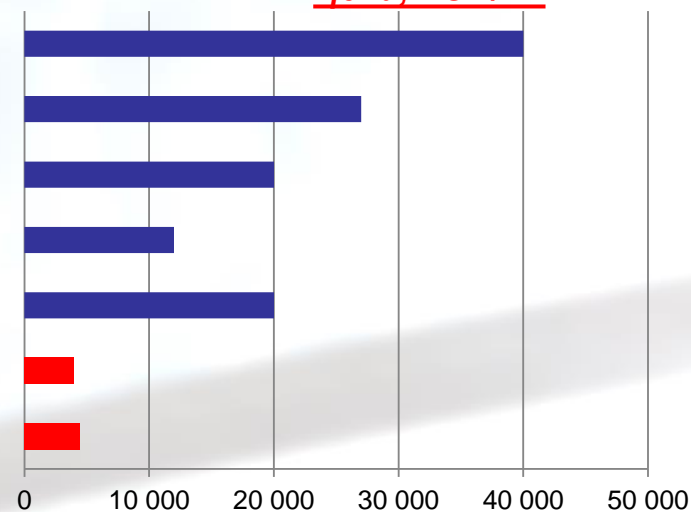
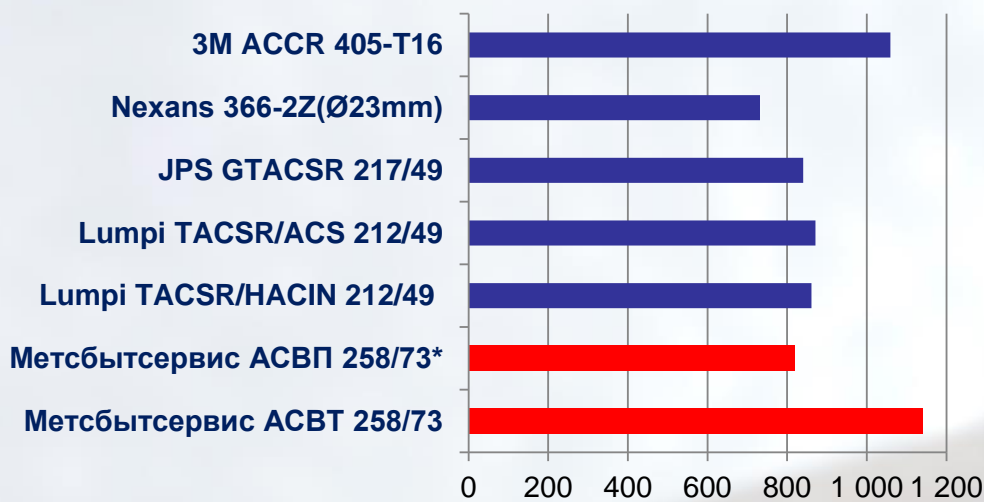
- **В областях со значительными ветровыми/гололёдными нагрузками.**
  - **Для нового строительства, особенно при наличии протяжённых анкерных участков.**
  - **При построении кольцевых схем сети.**
  - **Для протяжённых переходов, позволяя снизить высоту опор.**
  - **Для ВЛ с возможностью возникновения перегрузок в период пост-аварийных режимов.**
  - **В районах с высокими температурами воздуха и солнечной радиацией, особенно рассматривая сопоставимую с АС стоимость. В этом случае особенно перспективно использование высокотемпературной модификации проводов.**
  - **При увеличении пропускной способности действующих линий без их полной реконструкции (на старых опорах).**
- ▶ **Наиболее эффективно интегрированное использование АСВП/АСВТ совместно с нашими грозотросами(или ОКГТ) из-за сопоставимости механических характеристик**

**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 АСВП/АСВТ с АС.**

**Сравнение проводников Ø 21mm, с сопоставимыми характеристиками\*.**

**Длительно допустимый ток, А**

**Цена, EUR/км**



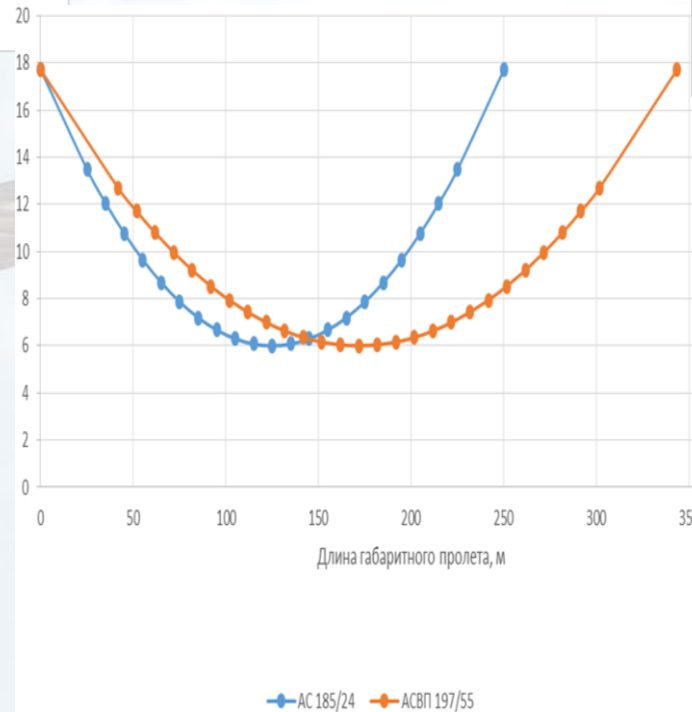
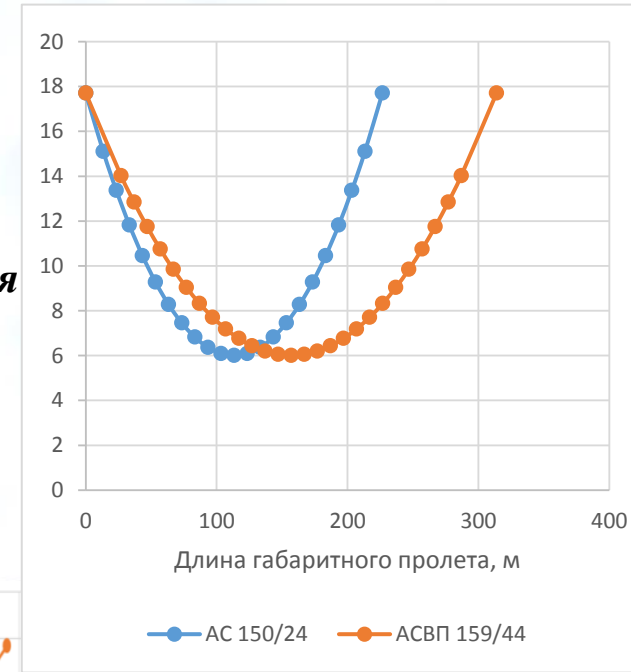
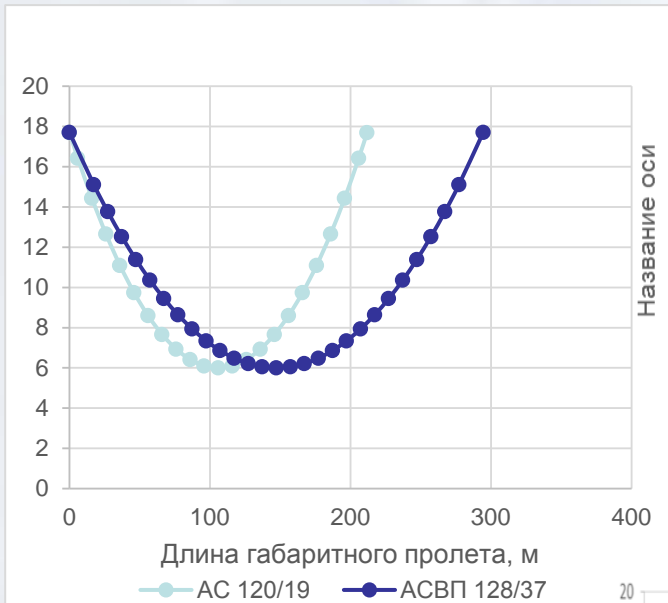
**Разрывное усилие, кН**

**Электрическое сопротивление, Ом/км**

# Сравнение проводов по величине расчетных габаритных пролетов

## ВЛ -110кВ

- Увеличение пролёта 38%
- Увеличение  $I_{дл.доп.}$
- Уменьшение сопротивления
- Уменьшение диаметра



### Условия для расчётов:

Высота подвеса проводов -17,7 м,

Наименьшее допустимое расстояние до земли - 6 м

Климатические условия: ветер - 80 даН/мм.кв, при гололеде - 20 даН/мм.квг, гололед 30 мм

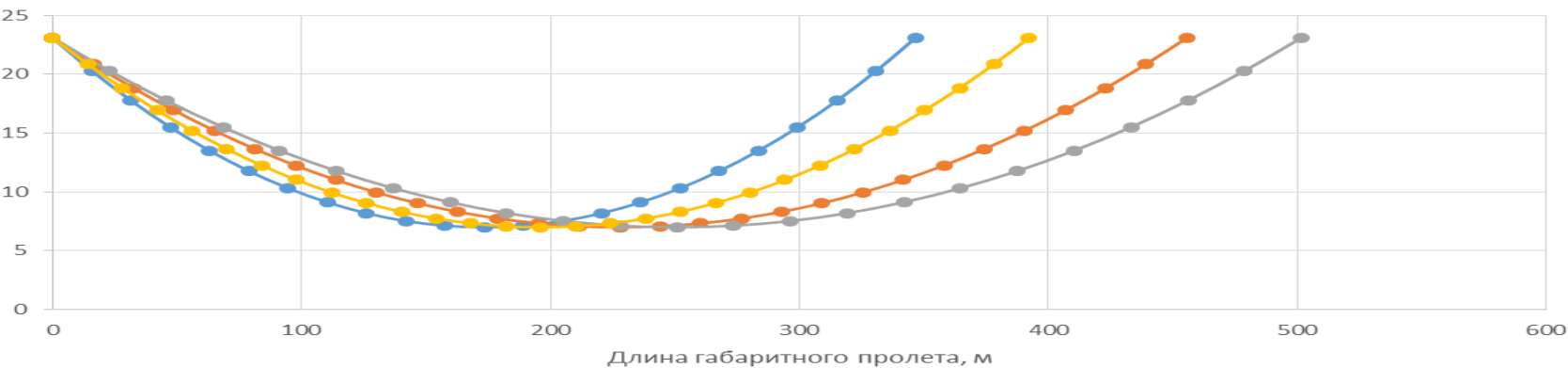
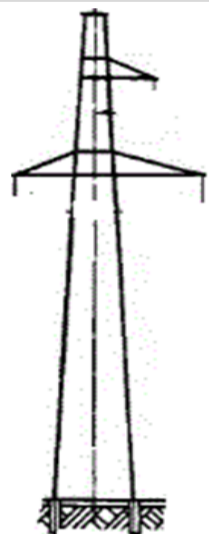
Ветер со скоростью 0,6 м/с перпендикулярно

Интенсивность солнечной радиации 1041 Вт/мкв, чистый воздух

Постоянная поглощения - 1,

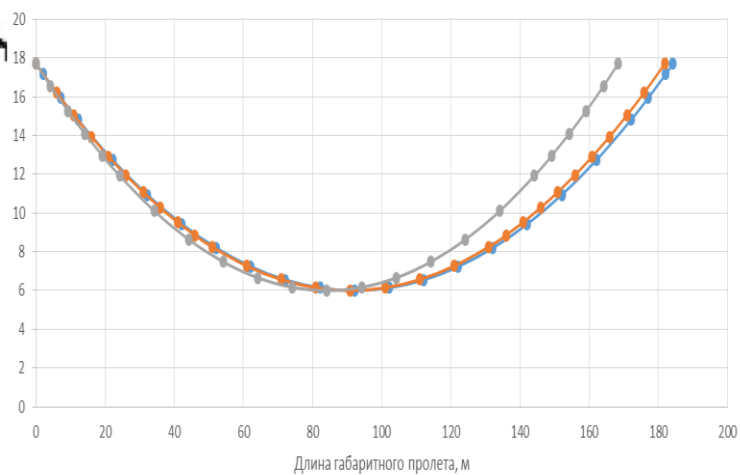
излучения - 0,6

## Расчетные габаритные пролеты для ВЛ 220 кВ



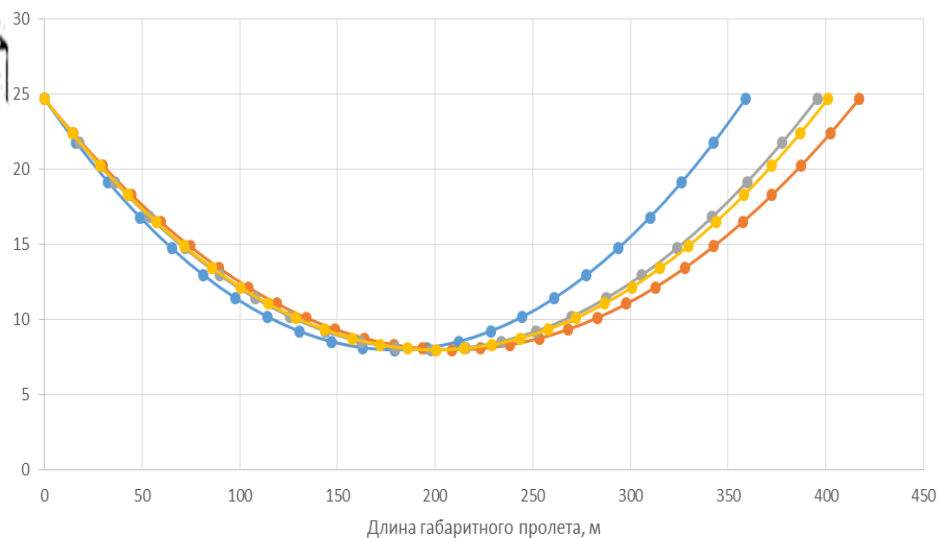
● AC 300/39   
 ● ACBP 277/79   
 ● ACBP 371/106   
 ● ACBP 317/47

## Расчетные габаритные пролеты для ВЛ 35 кВ Самара



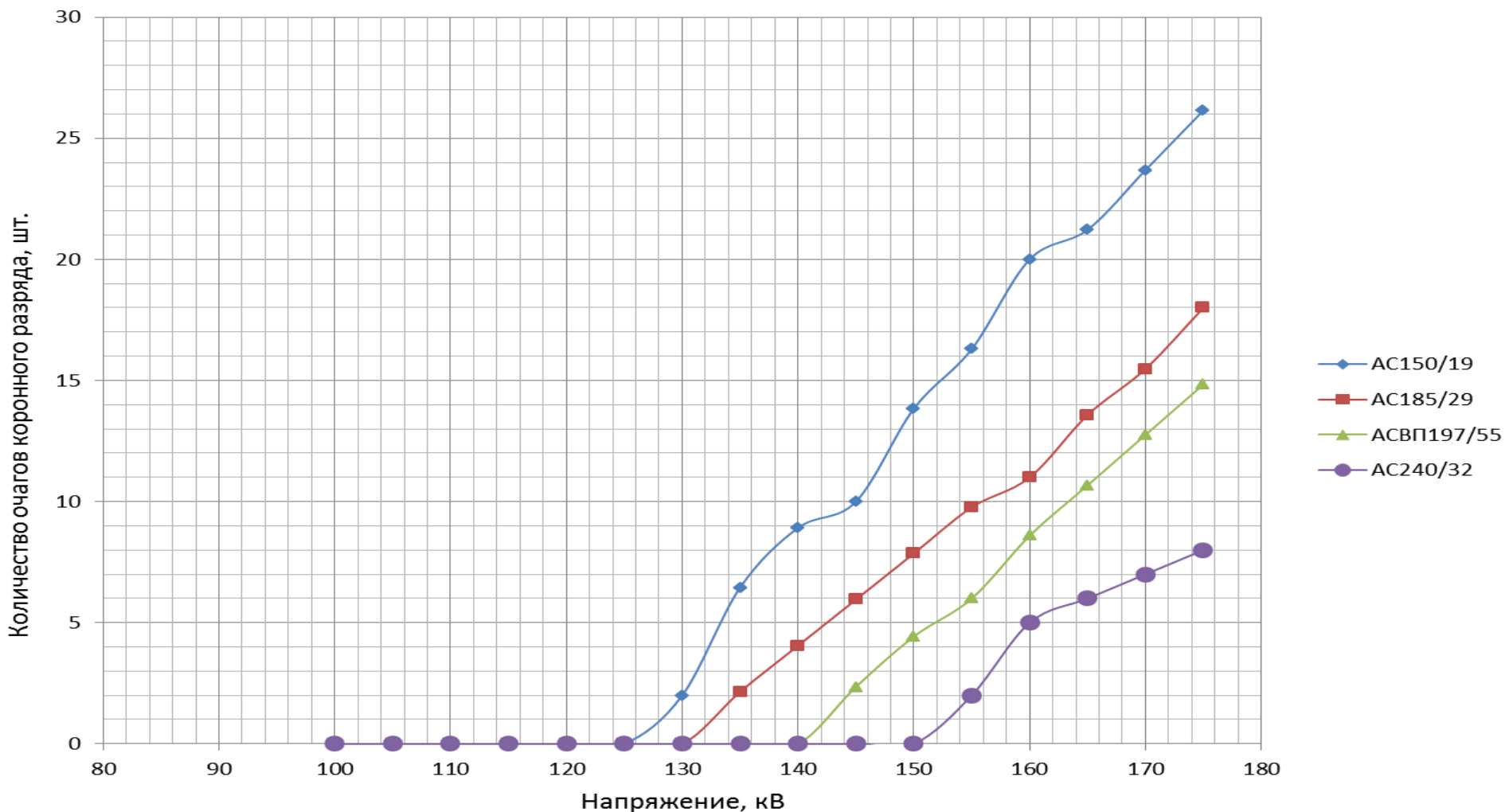
● AC 95/16   
 ● ACBP 98/11   
 ● ACBP 81/9

## Расчетные габаритные пролеты для ВЛ 500 кВ



● AC 400/51   
 ● ACBP 461/64   
 ● ACBP 389/59   
 ● ACBP 403/61

# Исследование коронного разряда



По результатам проведенных сравнительных исследований проводов одинакового диаметра напряжение возникновения коронного разряда на проводе АСВП/АСВТ производства выше напряжения возникновения коронного разряда на проводе марки АС



# Технико-экономическое сравнение проводов проведенное ПАО Россети

	Компания производитель	Провод	Ø, мм	Масса, кг/км	МТПС, А	Разрывное усилие, кН	Сопротивлен ие, Ом/км	Стрела провеса при Ттах, 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	Метсбытсервис	АСВТ 461/64 <u>высокотемпе ратурный</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/HACI N 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	ЗМ (США)	ACCR 405- T16	20,1	684	1 059	70,0	0,129	8,2	40 000(1 000%)

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

Возможные варианты замены провода АС на АСВП производства компании

ООО «Метсбытсервис»\* (на примере индикативных сечений при t воздуха 200С и ветре 0,6 м/с перпендикулярно, при разной t провода, без учёта радиации)

Провод АС	Ø, мм	Цена 1 км без НДС	Дл.д при 70°С	Вес кг	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВП	Ø, мм**	Цена 1 км без НДС *	Дл.д при 70°С	Вес, кг	Разрывное усилие провода, Н
150/34	17,5	122 850	450	675	62643	АСВП 139/39	15,7	114 800	491	688,7	81170
185/43	19,6	153 972	515	846	77767	АСВП 174/51	17,7	154 232	572	884,9	104886
240/56	22,4	201 292	610	1106	98253	АСВП 218/63	19,8	192 600	665	1106,7	130096
300/67	24,5	240 786	680	1323	126270	АСВП 258/73	21,6	227 500	738	1296	151533
400/51	27,5	271 180	825	1490	120481	АСВП 295/44	21,5	230 000	784	1183	116800
500/64	30,6	337 064	945	1852	148257	АСВП 461/64	26,9	342 828	1051	1802	170507

# Провода Высокотемпературные принципиально меняют подходы к этому классу проводников

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

Провод АС	Ø, мм	Цена 1 км без НДС	Дл.д при 70°С, А	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВТ	Ø, мм*	Цена 1 км без НДС *	Дл.д при 90°С, А	Дл.д при 150°С, А	Разрывное усилие провода, Н
240/32	21,6	150 657	605	75500	128/36	15,2	144 068	559	696,9	77070
330/43	25,4	243 000	730	103784	214/61	19,6	211 800	755	977	126672
400/51	27,5	275 180	825	120481	277/81	22,4	275 300	861	1168	167655

\*-Цены фактические(!), указаны с учётом средней (2016г) стоимости алюминия.

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

Производитель	<b>ГОСТ 839-80</b>	Nexans	Nexans	Nexans	Сим-Рос- Ламифил	J-Power Systems	<b>Энергосервис</b>	<b>Энергосервис</b>
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	<b>АСВП 162/46</b>	<b><u>АСВТ 128/36</u></b>
1 Сечение провода, мм <sup>2</sup>	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	<b>17,1</b>	<b>15,2</b>
3 Удельная масса провода со смазкой, кг/км	<b>921</b>	688	881	876	507	845	846,2	<b>659,5</b>
4 Разрывная нагрузка, кН	75,5	80	114,4	67	57,07	81,6	98,82	77,07
5 Модуль упругости, кН/мм <sup>2</sup>	<b>77</b>	56	73	110	56	70,6	109	<b>109</b>
6 ТКЛРх10 <sup>-6</sup> , 1/°С	19,8	23	18	11,5	23	11,5	16,7	16,7
7 Токовая нагрузка, А	<b>605</b>	596	565	519	573	983	602	<b>690,1</b>
8 Длительно допустимая температура, °С	70	90	90	250	90	210	70	150
9 Стоимость, руб/км с НДС	<b>177 775</b>	660 000	720 000	750 000	258 042	794 848	<b>173 460</b>	<b><u>170 000</u></b>

# 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 <sup>2</sup>	24,2	47,3	+90
Сечение алюминия, мм <sup>2</sup>	149	162,3	+8,9
Диаметр, мм	<b>17,1</b>	<b>17,1</b>	0,0
Номинальная Прочность на разрыв, daN	5227,9	9882,4	+89,0
Длительно допустимый рабочий ток, А	473	548 (820)	+ 15,9 (+ 73,8)
Длина пролёта с одинаковым провесом, m	280	364	+ 30
<b>Количество опор на 10км Линии</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	- 27
Электрические потери при одинаковой нагрузке(150 А), MWh/km в год	41,7	36,4	- 12,7
Коэффициент расширения , 10 <sup>-6</sup> 1/ °С	19,2	16,7	- 13
Модуль упругости, E*10 <sup>-3</sup> , N/mm <sup>2</sup>	82,5	88	+ 6,7
<u>Стрела провеса при температуре воздуха (+40 °С), m, пролёт:250 m</u>	6,29	<b>3,32</b>	<b>- 47,2</b>
<u>300 m</u>	9,26	<b>4,87</b>	
<u>Стрела провеса при температуре воздуха (- 5 ° С) в 3-м ветровом и гололёдном районе, m: пролёт 250/300м</u>	6,66 9,63	4,41 6,04	- 33,8
Электрическое поле начала короны в сухой погоде, kV/cm	<b>34,04</b>	<b>40,0</b>	<b>+17,5</b>
Сопrotивление (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 %

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
 ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ  
 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ  
 (ИЛ ВЭС ЭМС).

115201, г. Москва,  
 Каширское шоссе, 22, корп. 3  
 Тел: (499)613-37-09  
 факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации  
 № RA.RU.21 МЭЭ  
 Зарегистрирован в  
 Едином реестре 06.04.2015

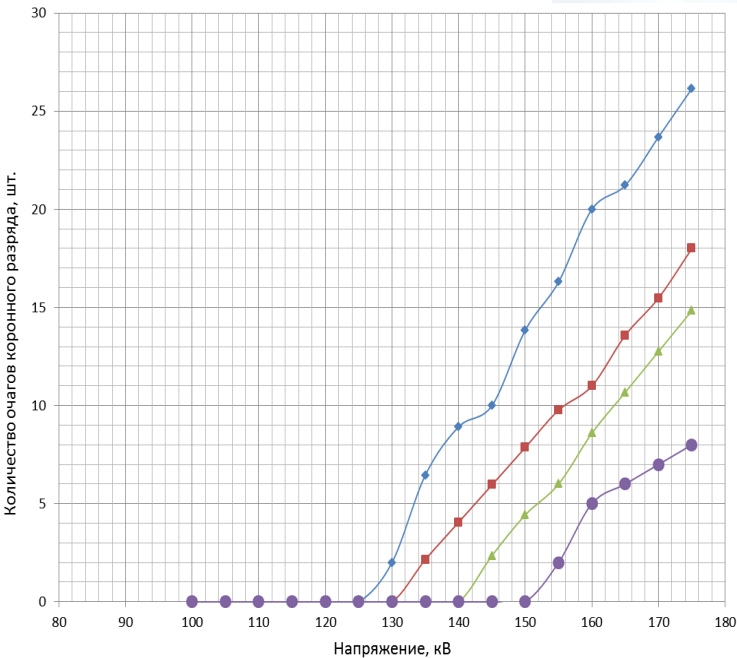


**ПРОТОКОЛ № В013-112016**

Сравнительных испытаний на коронный разряд неизолированного провода марки АСВП 197/55 производства ООО «Энергосервис» и проводов марок АС 150/19, АС 185/29, АС 240/32 изготовленных по ГОСТ 839-80.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.



- АС150/19
- АС185/29
- АСВП197/55
- АС240/32



# Исследование коронного разряда

По результатам проведенных сравнительных испытаний проводов одинакового диаметра напряжение возникновения коронного разряда на проводе АСВП/АСВТ производства выше напряжения возникновения коронного разряда на проводе марки АС. При этом длительно допустимый ток сравниваемых проводов: АС 185/29 - 510А, АСВП/АСВТ 197/55 – 561 А (t=70°C, высокопрочный) – 943 А (t=150°C, высокотемпературный)

Пластическая деформация с коэффициентом заполнения 0,95-0,97, предотвращает раскручивание провода, взаимное смещение его элементов под действием растягивающих сил, также в несколько раз снижаются величины удлинений (эксплуатационной вытяги)

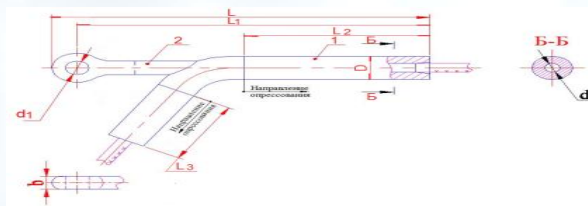




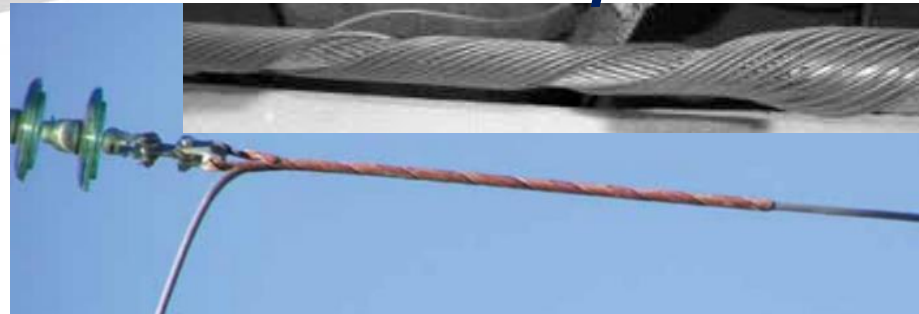
# Системы «провод-арматура» прошли серию испытаний в соответствии с регламентом ПАО «Россети»

*Типы арматуры, с которыми испытывались провода, стандартны и не приводят к удорожанию монтажа, в отличие от проводников иностранных конструкций*

## **Прессуемая**



## **Спиральная**



**► Разработана соединительная арматура АС с АСВП/АСВТ**

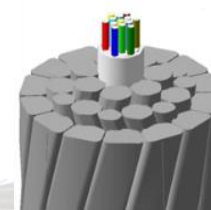
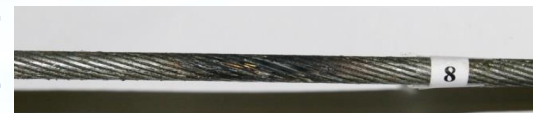
**► Разработаны гасители вибрации**

# Наиболее эффективно интегрированное использование АСВП/АСВТ совместно с нашими грозотросами (или ОКГТ) из-за сопоставимости механических характеристик

Пластически деформированный, оцинкованный, грозозащитный трос, устойчив к последовательному воздействию молнии 147 Кулон и последующего вибрационного воздействия  $10^8$ . После тестов разрывное усилие составляло 100% начального значения.

Тесты несколько раз выполнялись с тем же результатом.

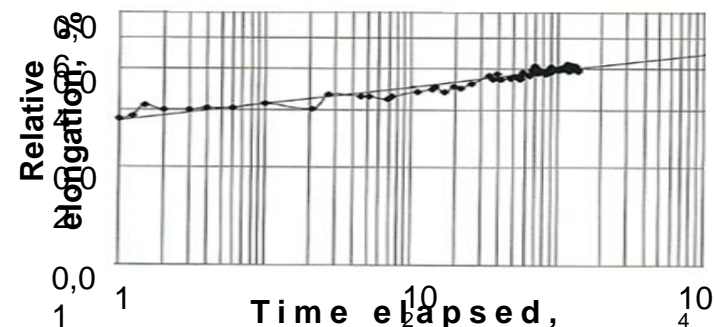
- Единственная конструкция прошедшая последовательные испытания к Техническому Совету ПАО «ФСК ЕЭС» 3.04.13г
- Единственная конструкция сохраняющая исходные характеристики после всех последовательных воздействий
- Достаточность испытаний и параметров ОКГТ требованиям DIN и IEC подтверждены SAG Deutschland - Versuchs- und Technologiezentrum



Продукт, плакированный алюминием, потерял механическую прочность сразу после воздействия молнии в 85 Кл; его фактическое разрывное усилие во время теста упало до 32.8 кН (49.6% номинальной разрывной нагрузки)



- Эксплуатационная вытяжка проводников - одно из важных требований для линий. Снижение вытяжки пластически деформированного, оцинкованного грозотроса **в 4 раза**, ОКГТ – в 3, подтверждено экспериментально НТЦ «ФСК ЕЭС»



## 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

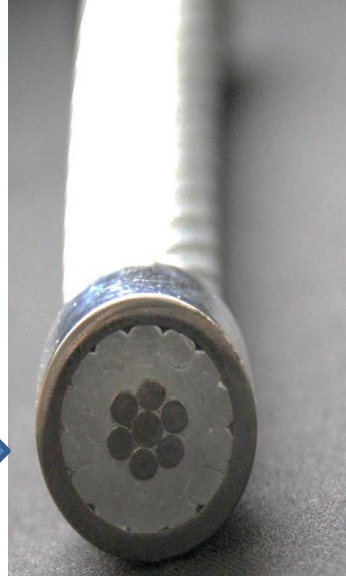
Использование – 15 000 км ВЛ

Патентный приоритет на

изделие и технологию с 2008г.



← Аттестация 2014г →



Deutsches  
Patent- und Markenar

Patent DE102014101833

## Провода высокопрочные (АСВП) и высокотемпературные (АСВТ)

Патентный приоритет:

Элементы конструкции с 2008г.

Провод в целом – с 2011г.

Технология - с 2008г.





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

**Благодарим Вас за внимание!**