

# Инжиниринговая компания Метсбытсервис

**Особенности применения  
проводов нового поколения  
Высокопрочных (АСВП)  
и Высокотемпературных (АСВТ)**

**Простые решения сложных проблем**



**Patent DE102014101833**





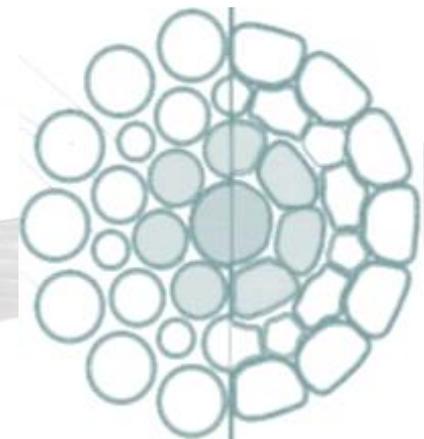
# Комплекс продуктов для ВЛЭП

Лучший реализованный проект для ПАО «Россети» 2014г.

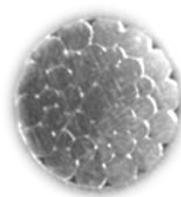


Технология пластической деформации обеспечивает комплекс преимуществ:

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



Конструкция для  
нового строительства



Модификации для  
реконструкции старых  
ВЛ без замены опор

- ✓ Провода запущены в серию, имеют опыт применения на ВЛ 35 – 220кВ.
- ✓ Также разработана серия проводов АСВП/АСВТ для сетей 6-35кв.

**наиболее приоритетные направления применение провода АСВП(Т) на ВЛ**  
**в следующих условиях:**

- в областях со значительными ветровыми/гололедными нагрузками;
- при наличии протяженных анкерных участков;
- для больших переходов, позволяя снизить высоту опор;
- для ВЛ с возможностью возникновения перегрузок в период пост аварийных режимов;
- при построении, реконструкции и замене провода в кольцевых схемах. В этом случае перспективно высокотемпературное исполнение, особенно рассматривая сопоставимую с АС стоимость;
- в районах с высокими температурами воздуха и солнечной активностью. В этом случае перспективно использование высокотемпературной модификации проводов особенно рассматривая сопоставимую с АС стоимость;
- при увеличении пропускной способности действующих линий, без их полной реконструкции (на старых опорах);
- на ВЛ, выполненных на высотных опорах.
- ✓ Целесообразно интегрированное использования провода марок АСВП и АСВТ с грозозащитным тросом МЗ (или ОКГТ) из-за сопоставимости механических характеристик. (п.2.4.3 ТС).

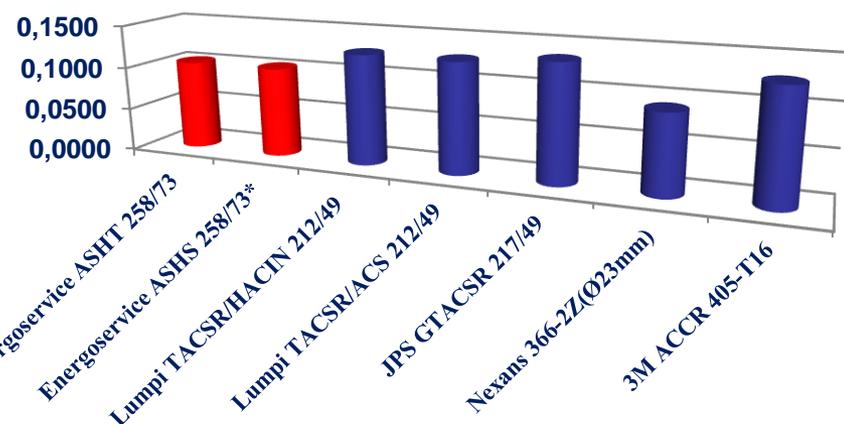
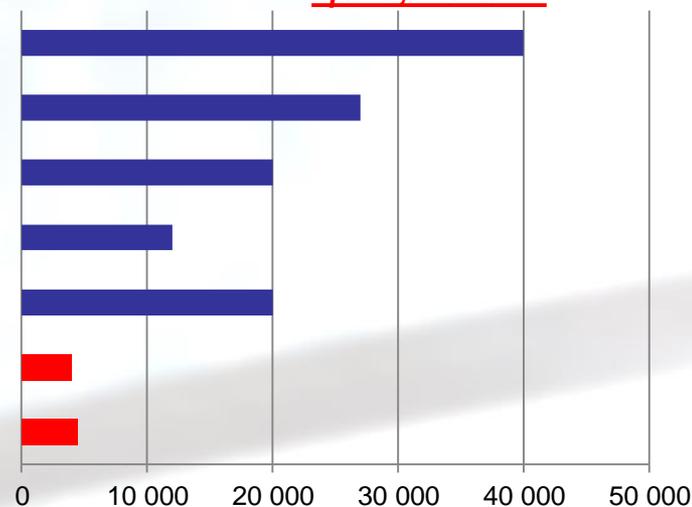
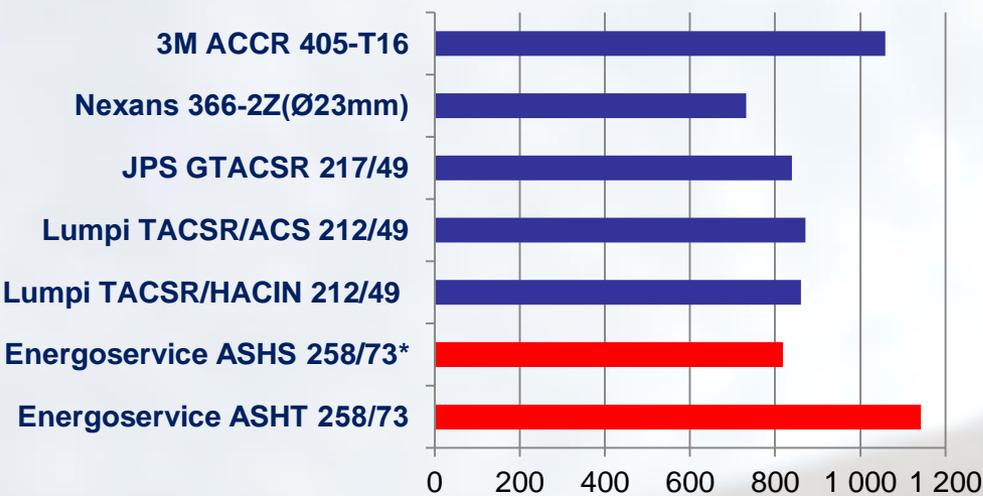
*Полный каталог проводов и грозотросов со всеми характеристиками размещён на: [http://energoservise.com/files/Katalog\\_prodykcii\\_s\\_teh.harakteristik.pdf](http://energoservise.com/files/Katalog_prodykcii_s_teh.harakteristik.pdf)*

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

**Длительно допустимый ток, А**

**Цена, EUR/км**



**Разрывное усилие, кН**

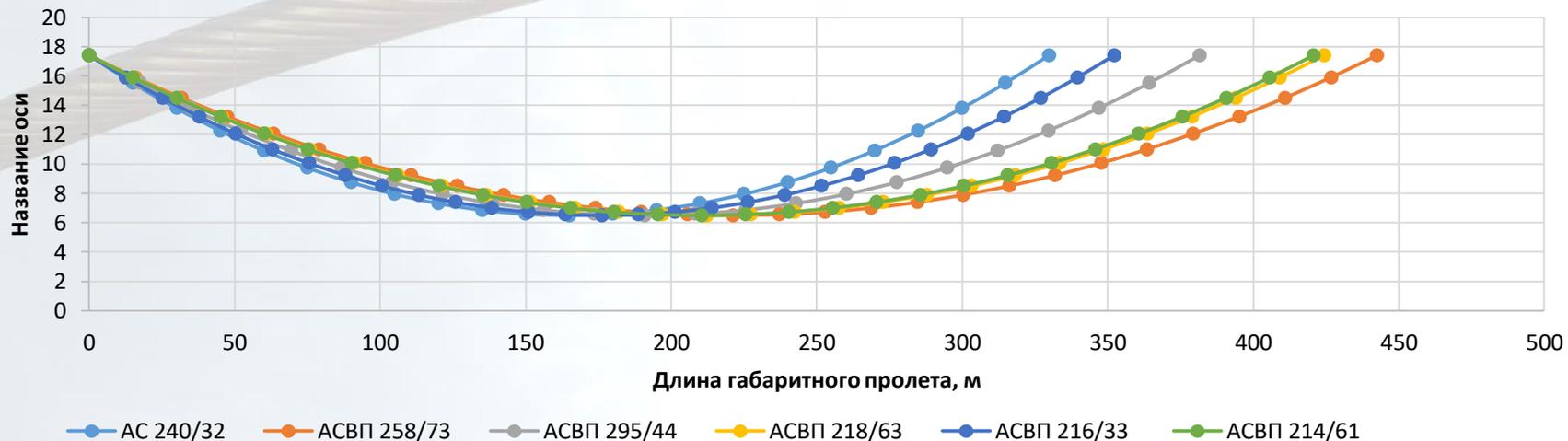
**Электрическое сопротивление, Ом/км**

## Эффективная замена АС 240 на примере ВЛ 150 кВ Мурманская

Наименование провода	Разрывная нагрузка, кН	Максимальное натяжение, даН	Максимальное напряжение, Бг(Б-) даН/(мм <sup>2</sup> )	Максимальное напряжение, Бэ, даН/мм <sup>2</sup>	Диаметр провода, мм	Вес 1 км, кг	Длина габаритного пролета, м
АС 240/32	75,05	3377,33	12,25	8,166	21,6	921	330
АСВП 258/73	151,533	6819,13	20,639	13,759	21,6	1296,5	443
АСВП 295/44	109	4905,05	14,482	9,655	21,5	1183	382
АСВП 218/63	130,096	5854,44	20,864	13,909	19,82	1106,7	424
АСВП 216/33	81,5	3667,51	14,832	9,888	18,5	855	352
АСВП 214/61	126,672	5700,33	20,736	13,824	19,6	1080,9	421

Провода	Сечение Al, мм <sup>2</sup>	Электрическое сопротивление при 20°С, Ом/км	Ток на номинальном режиме при J=1,1 А/мм <sup>2</sup> , А	Ток при 70°С	Ток при 90°
АС 240/32	244,0	0,1182	268,4	635	
АСВП 216/33	216,34	0,135	238	634	735

### Расчетные габаритные пролеты проводов для ВЛ 150 кВ Мурманск



# ВЛ 110 кВ Певек - Билибино

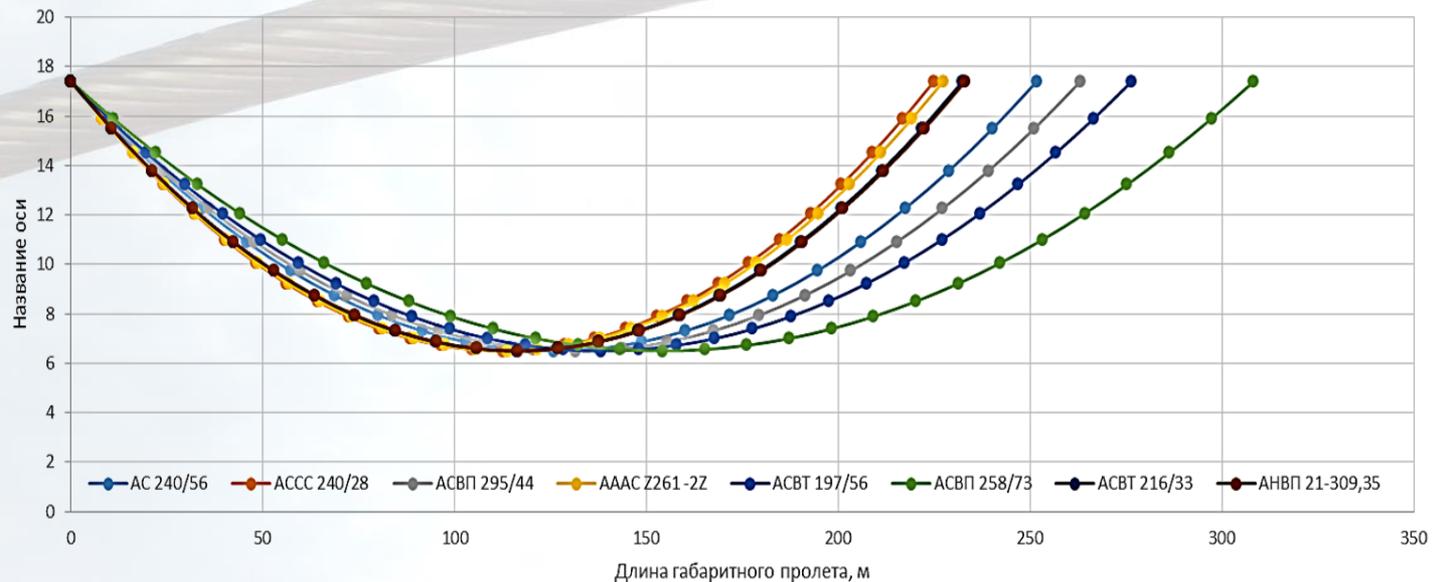
Наименование провода	Разрывная нагрузка, кН	Сечение Al, мм <sup>2</sup>	R при 20°C, Ом/км	Ток при 80°C (с уч. макс. солн. радиации)	Ток при 150°C	Вес 1 км, кг	Диаметр провода, мм
АС 240/56	98,253	241	0,1197	610		1106	22,4
АССС 240/28	74,8	240	0,1279	622		700	18,29
АСВП 295/44	109	294,8	0,098	791		1183	21,5
АААС Z261 -2Z	86,35	266	0,1252	673		742	19,6
АСВТ 197/56	117,147	196,8	0,146	627	901	992,6	18,9
АСВП 258/73	151,533	257,7	0,1116	746		1296	21,6
АСВТ 216/33	81,5	<u>216,34</u>	<u>0,135</u>	<u>642</u>	<u>930</u>	855	18,5
АНВП 21- 309,35	83,01	309,35	0,105	870		860	21

**При новом строительстве**, для указанных условий по всем характеристикам оптимальным является провод **АСВП 258/73**. При этом целесообразно интегрированное использование провода с ОКГТ или грозозащитным тросом МЗ из-за сопоставимости механических характеристик, что в полной мере обеспечит максимальную длину пролётов. Применение АСВП 258/73 обеспечит снижение потерь на корону, гололёдообразование, значительное снижение ветровой и вибрационной нагрузки, а также самопогашение колебаний и снижение эксплуатационной вытяжки (экспериментально подтверждённые характеристики к Техническому Совету ПАО «Россети» (Протокол № 1ТС/2017 от 04 мая 2017 года).

**При отсутствии ограничений по трассе**, применение АСВП 258/73 позволит уменьшить количество опор на 20%.

При расчёте пролёта для АС 240/56, оптимальной заменой является **АСВТ 216/33**. При этом учитывая район расположения высокотемпературный провод может фактически обеспечивать регулярную плавку гололёда в рамках режима, что может исключить необходимость специальных мероприятий. Напряжение возникновения короны АС 240/56 и АСВТ 216/33 одинаковое (Протокол № 22-06-2018 НТЦ ФСК ЕЭС).

Расчетные габаритные пролеты проводов для ВЛ 110 кВ Певек-Билибино



**Климатические условия:**  
 ветер – 100 даН/мм<sup>2</sup> (V зона),  
 при гололеде – 25,0 даН/мм<sup>2</sup>,  
 гололед 40 мм (VII зона)

## Сравнительный анализ на примере ВЛ 220 кВ Оротукан-Палатка

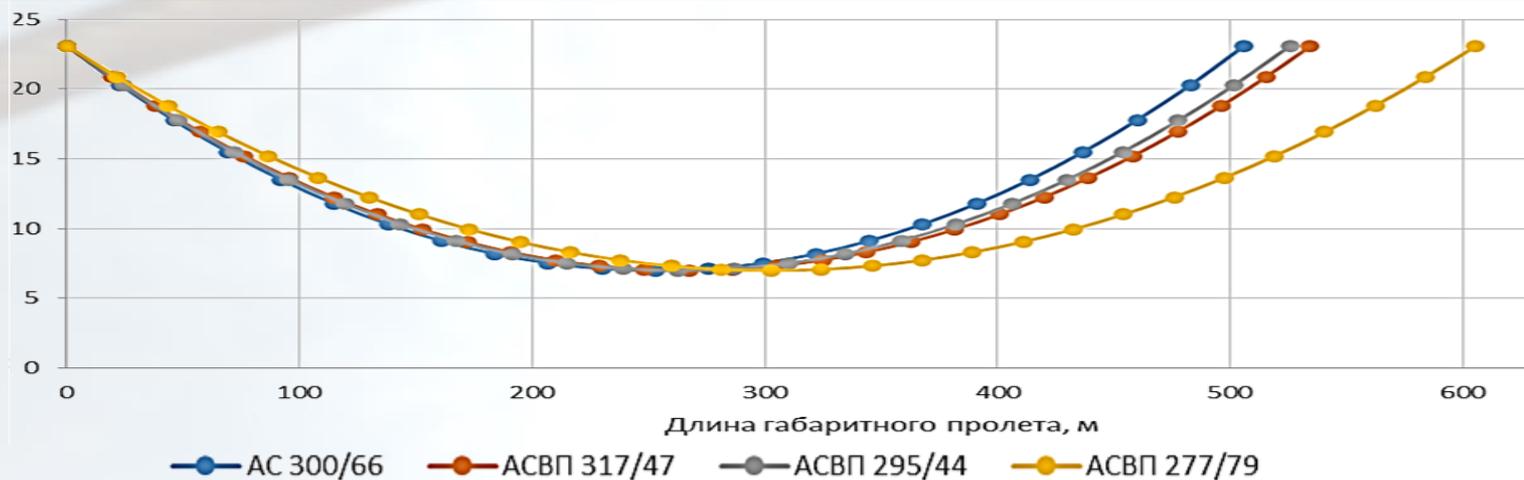
Провода	Разрывная нагрузка, кН	Макс. тяжение, даН	Макс. напряжение, Бг(б-) даН/мм <sup>2</sup>	Макс. напряжение, Бэ, даН/мм <sup>2</sup>	Ø, мм	Вес 1 км, кг	Длина габаритного пролета, м
АС 300/66	117,52	5288,28	14,926	9,951	24,5	1313	506
АСВП 317/47	117	5264,82	14,44	9,627	22,3	1267	535
АСВП 295/44	109	4905,05	14,482	9,655	21,5	1183	526
АСВП 277/79	163,94	7087,46	20,717	13,811	22,4	1399	606

провода	Сечение Al, мм <sup>2</sup>	Электрическое сопротивление при 20°С, Ом/км	Ток на номинальном режиме при J=1,1 А/мм <sup>2</sup> , А	Ток при 70°С*	Ток при 90°С*	Ток при 175°С*
АСВП 317/47	317,3	0,091	349,03	750	896	-
АСВТ 317/47	317,3	0,092	349,03	745	890	1300
АСВП 295/44	294,8	0,098	324,28	717	857	-
АСВТ 294/44	294,8	0,099	324,28	712	851	1240
АСВП 277/79	277,3	0,104	305,03	711	849	-
АСВТ 277/79	277,3	0,106	305,03	706	843	1230

\* - с учётом макс. Солнечной радиации

*Оптимальным для этой ВЛ с опорами типа П220-5 - АСВП(Т) 317/47, имеющий меньший вес, большую пропускную способность, чем АС300/66.*

**► При этом снижается нагрузка на опоры.**



## Сравнительный анализ на примере ВЛ 35 кВ Мякит

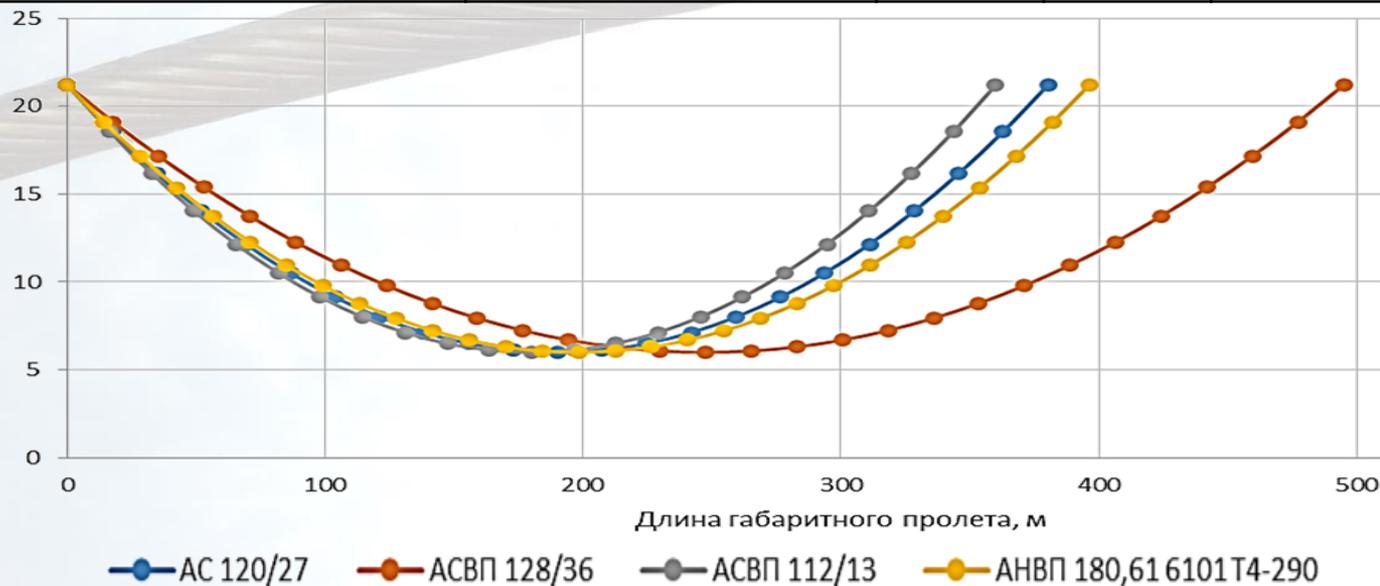
Провода	Разрывная нагрузка, кН	Макс. тяжение, даН	Макс.напряжение, Бг(б-) даН/мм <sup>2</sup>	Макс. напряжение, бэ, даН/мм <sup>2</sup>	Ø, мм	Вес 1 км, кг	Длина габаритн. пролета, м
АС 120/27	49,465	2225,98	15,832	10,554	15,4	528	380
АСВП 128/36	77,067	3468,04	21,108	14,072	15,2	645,9	495
АСВП 112/13	35,8	1611	12,888	8,592	13,5	404	360
АНВП 180,61 6101 Т4-290	52,38	2095,26	11,601	8,701	16	502	396
провода	Сечение Al, мм <sup>2</sup>	Электрическое сопротивление при 20°С, Ом/км		Ток на ном.режиме при J=1,1 А/мм <sup>2</sup> , А	Ток при 70°С*	Ток при 90°С*	Ток при 175°С*
АСВП 128/36	128	0,225		140,8	431	512	-
АСВТ 128/36	128	0,228		140,8	428	508	731
АСВП 112/13	112,4	0,256		123,2	374	444	-
АСВТ 112/13	112,4	0,26		123,2	371	441	633
АНВП 180,61	180,61	0,18		198,7	560	665	-

\* - с учётом макс.

Солнечной радиации

**Оптимальным** выглядит провод АСВП 128/36, можно ещё уменьшить его тяжение.

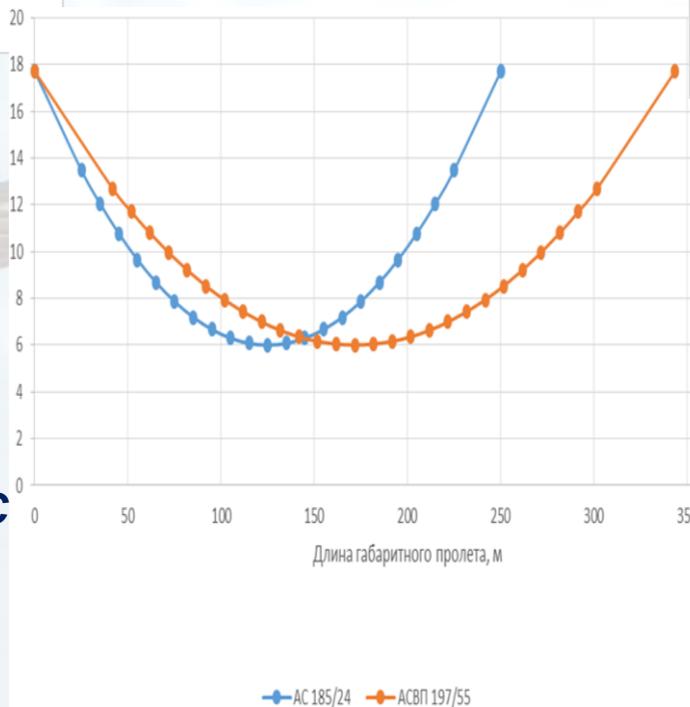
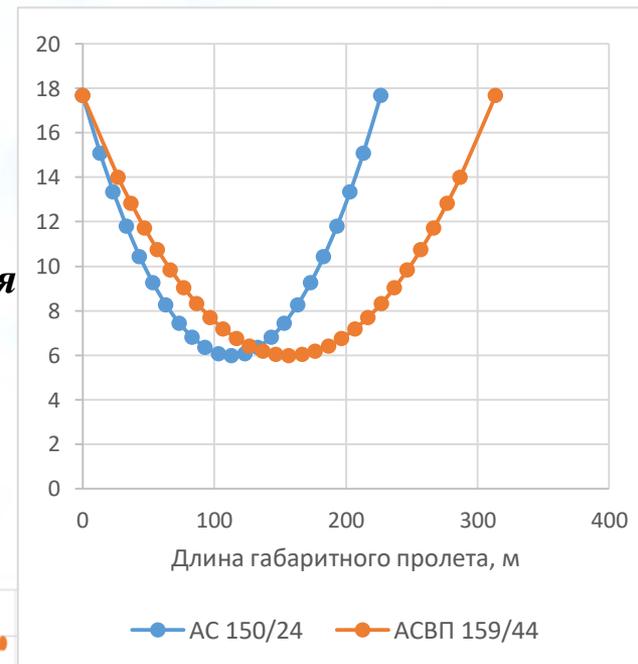
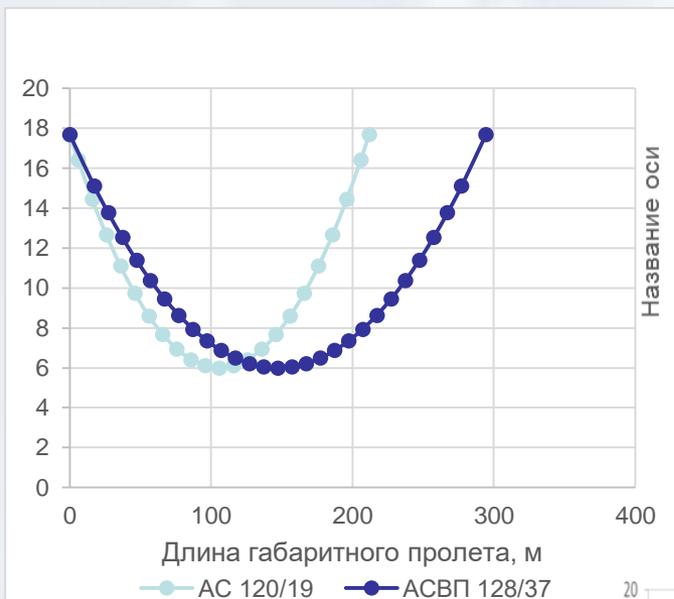
Крайне интересным для этой ВЛ с опорами типа П110-1 выглядит по результатам предварительного расчета провод АНВП 180,61, имеющий меньший вес и существенно большую пропускную способность по сравнению с проводом АС 120/27.



# Сравнение проводов по величине расчетных габаритных пролетов

## ВЛ -110кВ

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



### Условия для расчётов:

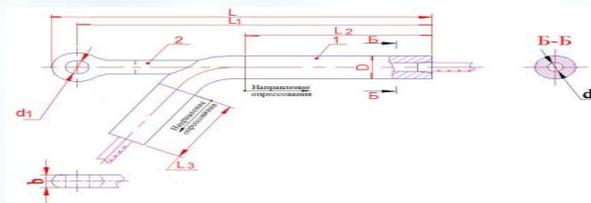
Высота подвеса проводов -17,7 м,  
Наименьшее допустимое расстояние до земли - 6 м  
Климатические условия: ветер - 80 даН/мм.кв, при гололеде - 20 даН/мм.квг, гололед 30 мм  
Ветер со скоростью 0,6 м/с перпендикулярно  
Интенсивность солнечной радиации 1041 вт/мкв,  
Постоянная поглощения - 1, излучения - 0,6

➤ Применение пластического обжатия проводов АСВП и АСВП позволяет снизить ветровую нагрузку на провода на 15- 26% по сравнению с проводами АС с близкими значениями площади алюминиевых слоев.

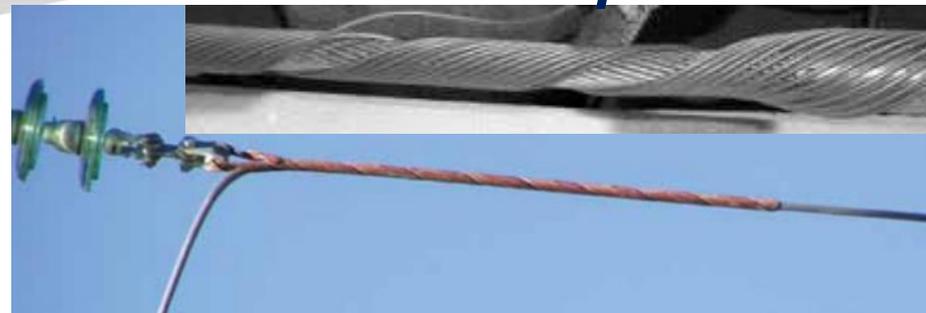
# Системы «провод-арматура» прошли серию испытаний в соответствии с регламентом ПАО «Россети»

**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**

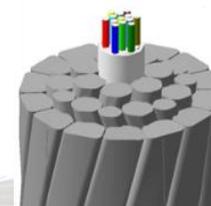
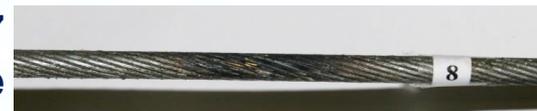
**▶ Разработаны гасители вибрации**

# 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.

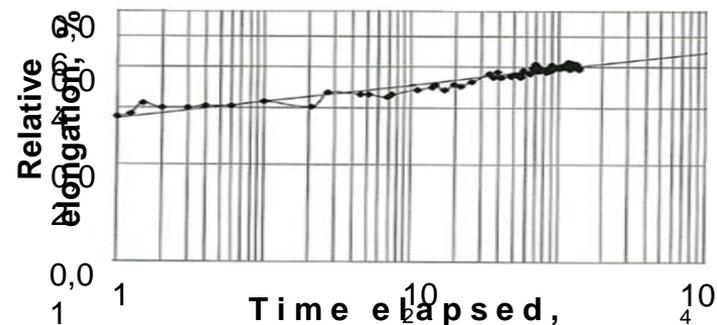
- Единственная конструкция прошедшая последовательные испытания к Техническому Совету ПАО «ФСК ЕЭС» 3.04.13г
- Единственная конструкция сохраняющая исходные характеристики после всех последовательных воздействий
- Достаточность испытаний и параметров ОКГТ требованиям DIN и IEC подтверждены SAG Deutschland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



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

***Благодарим Вас за внимание!***