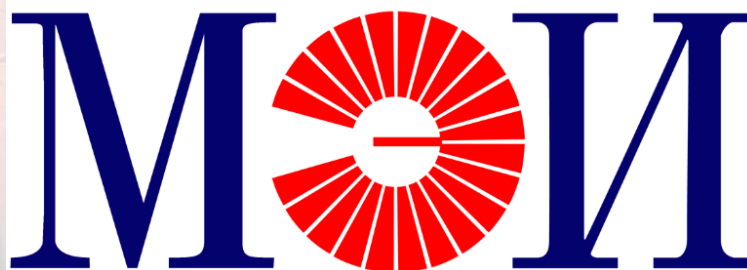


ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ПРОВОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЭП. ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКЕ И КОРОННОМУ РАЗРЯДУ ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ГРОЗОТРОСОВ И ПРОВОДОВ

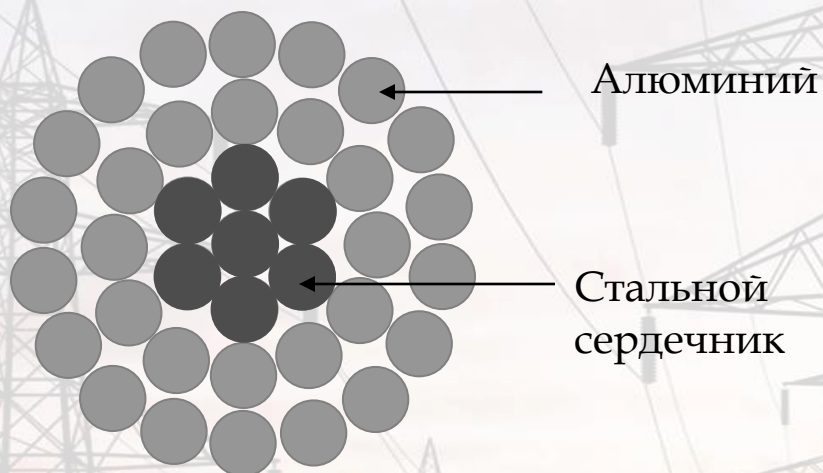
к.т.н., доцент кафедры
«Электроэнергетика и электротехника»
Курьянов Василий Николаевич

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



2016

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОДА АС (ГОСТ 839-80)



Характеристики:

- Марка: АС 300/39
- Номинальный диаметр проволок: 4 мм
- Внешний диаметр: 24 мм
- Удельная масса : 1 132 кг/км
- Сопротивление: 0,098 Ом/км
- Разрывное усилие: 89,2 кН
- Максимальный ток: 710 А
- Стрела при $T = \max$: 11,5 м

Особенности

- Наиболее распространенный провод в электросетях РФ
- Максимальная температура нагрева 90 °С

Недостатки

Слабая коррозионная стойкость

Сравнение проводов



	Компания производитель	Провод	Диаметр, мм	Масса, кг/км	МТПС, А	Разрывное усилие, кН	Сопротивление , Ом/км	Стрела провеса при Т _{max} , м
--	---------------------------	--------	----------------	-----------------	------------	-------------------------	--------------------------	---

ТРАДИЦИОННО ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРОВОДА

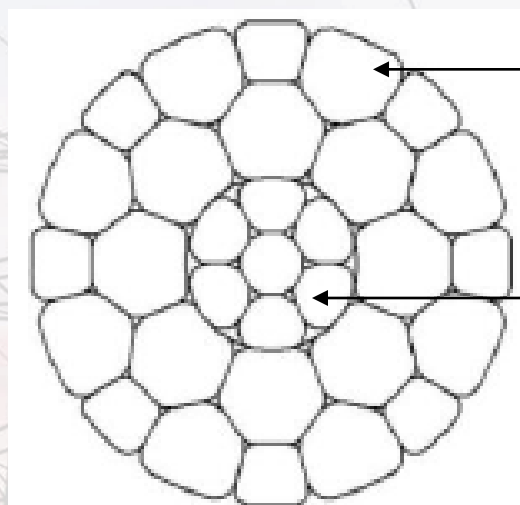
1	Производители провода «классических» типов»	АС 240/32	21,6	921	605	72,7	0,121	13,2
2		АС 300/39	24,0	1 132	710	89,2	0,098	11,5
3		АС 400/51	27,5	1 490	825	115,4	0,075	11,7

ИННОВАЦИОННЫЕ ТИПЫ ПРОВОДОВ (С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ)

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

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.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОДА АСВТ (ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ-МЕТИЗ»)



Алюминий с цирконием

Сердечник из высокопрочной стали

Характеристики:

- Марка: АСВТ сечения: 317/47
- Номинальные диаметры проволок: 4,7: 4,5: 3,15 мм
- Внешний диаметр: от 22,3 мм
- Удельная масса: 1294 кг/км
- Сопротивление: 0,091 Ом/км
- Разрывное усилие: 125,4 кН
- Максимальный ток: 1 416 А (при 150°C)
- Стрела при T = max: 9,3 м

Особенности

- Рабочая температура: 150 °C, максимальная температура 210 °C
- Высокая коррозионная стойкость
- Снижение потерь энергии
- Низкое аэродинамическое сопротивление
- Полностью произведен в РФ из отечественного сырья

Недостатки

Недостаточный опыт проектирования и внедрения

Пластическая деформация не только значительно повышает механическую прочность но и в несколько раз снижает вытяжку (удлинение) процессе эксплуатации, вне зависимости от металла, от стали до меди.

Технология практически обеспечивает вытяжку, в процессе производства



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Научно-технический центр «Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы»

УТВЕРЖДАЮ
Научный руководитель
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»



Ю.Г. Шакарян
2015 г.

ОТЧЕТ

по договору №2-501/15 от 26 января 2015г.
«Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ,
пластически деформированных стальных канатов по
СТО 71915393-ТУ062-2008»

Этап 2

Проведение сравнительных механических испытаний образцов растяжек: образцы
традиционно применяемых растяжек; образцы растяжек по СТО 71915393-ТУ062-
2008. Проведение анализа целесообразности применения в качестве растяжек,
пластически деформированных стальных канатов по СТО 71915393-ТУ062-2008 на ос

Руководители работы:
Заместитель научного руко
начальник Центра электрот
оборудования, к.т.н., с.н.с.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Генерального
директора ОАО «ВНИИЖТ»

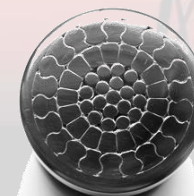
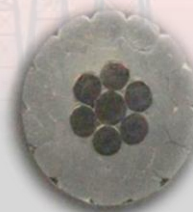
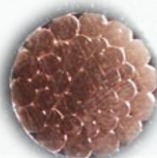


ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КОМПАКТИРОВАННОГО
НЕСУЩЕГО ТРОСА МК-120
после опытной эксплуатации (6 месяцев)

ИСПЫТАНИЯ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ УДЛИНЕНИЯ

Заведующий отделом
«Контактная сеть и токосъем»

П.Г. Тюнин



Исследование коронного разряда

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 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
ноябрь 2016 г.

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.

г. Москва
2016 г.

При этом длительно допустимый ток сравниваемых проводов:

АС 185/29 - 510А

АСВП 197/55

– 561 А (t=70°C, высокопрочный)

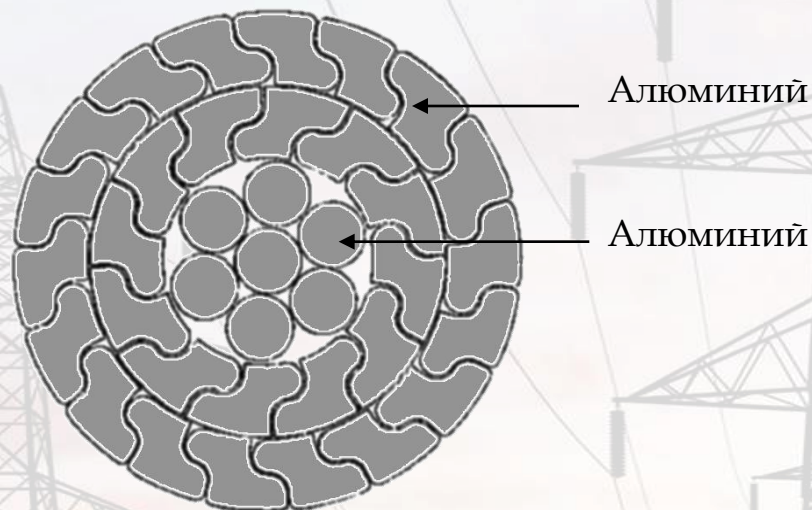
– 943 А (t=150°C,

высокотемпературный)

По результатам проведенных
сравнительных испытаний
установлено, что, для проводов
одинакового диаметра ($\varnothing 18,8$ мм)
напряжение возникновения
коронного разряда на проводе
АСВП производства ООО
«Энергосервис» выше напряжения
возникновения коронного разряда
на проводе марки АС



ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОДА АЕРО-Z (NEXANS, БЕЛЬГИЯ)



Характеристики:

- Марка: АЕРО-Z 366-2Z
- Эквивалентный диаметр проволок: 3,3 мм
- Внешний диаметр: 23,1 мм
- Удельная масса : 1 014 кг/км
- Сопротивление: 0,0919 Ом/км
- Разрывное усилие: 116,2 кН
- Максимальный ток: 732 А
- Стрела при T = max: 9,9 м

Особенности

- Максимальная температура 90 °C
- Высокая коррозионная стойкость
- Отсутствует стальной сердечник

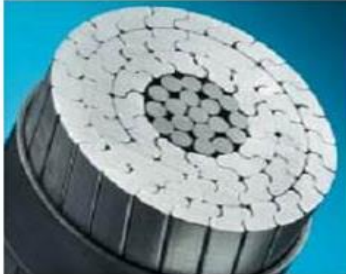
Недостатки

- Сложная конструкция
- Низкое аэродинамическое демпфирование
- Сложность ремонта

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ПРОВОДОВ



Марка провода	AERO-Z AAAC Z	AERO-Z AACSR Z
Внешний вид		
Материал проволок сердечника	Термообработанный алюминиевый сплав	Сталь
Материал проволок наружных повивов	Термообработанный алюминиевый сплав	Термообработанный алюминиевый сплав
Длительно допустимая рабочая температура	75°C	75°C

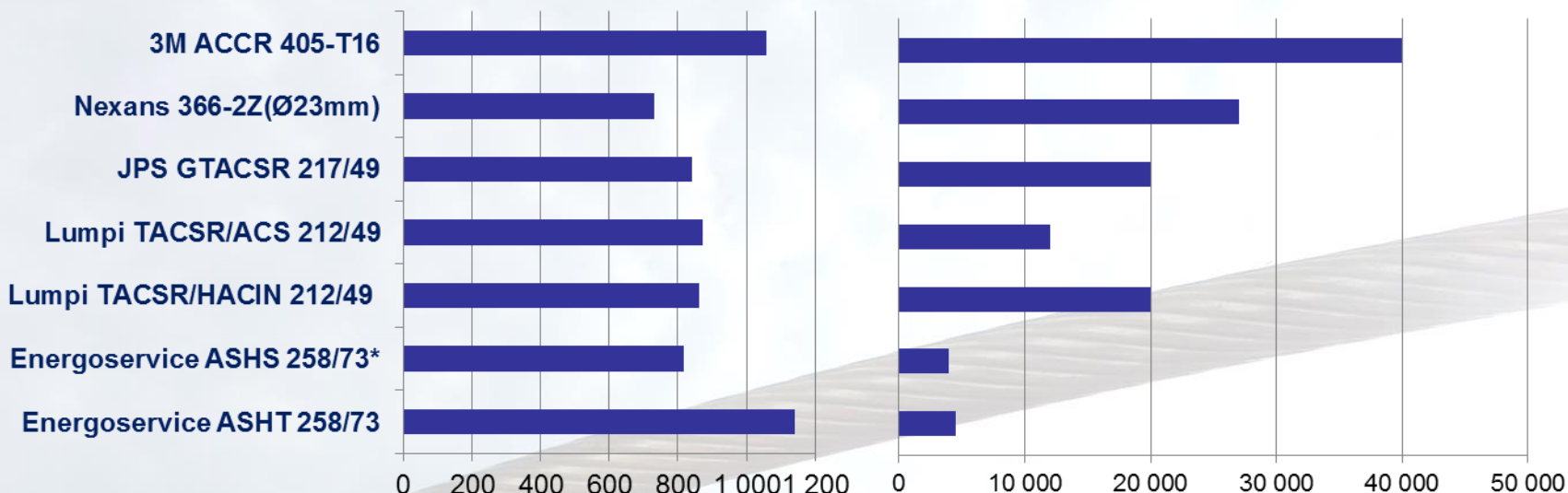
Марка провода	TACSR	(H) STACIR	ACSS	ACCC
Внешний вид				
Материал сердечника	Высокопрочная оцинкованная сталь	Алюминий, покрытый сплавом Инвар	Высокопрочная сталь	Высокопрочные углеродные волокна скручены в эпоксидной матрице + барьер от термоокисления
Материал наружных повивов	Термо-резистивный алюминиевый сплав (TAL)	Супер-терморезистивный алюминиевый сплав (ZTAL)	Термообработанный алюминиевый сплав	Термообработанный алюминиевый сплав
Длительно допустимая рабочая температура	150°C	210°C	250°C	200°C

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.

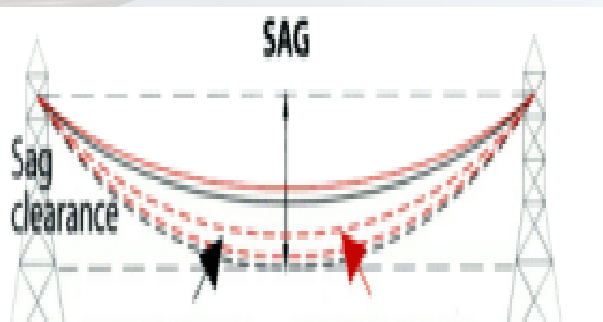
Сравнение проводников $\varnothing 21\text{mm}$, с сопоставимыми характеристиками*.

Длительно допустимый ток, А

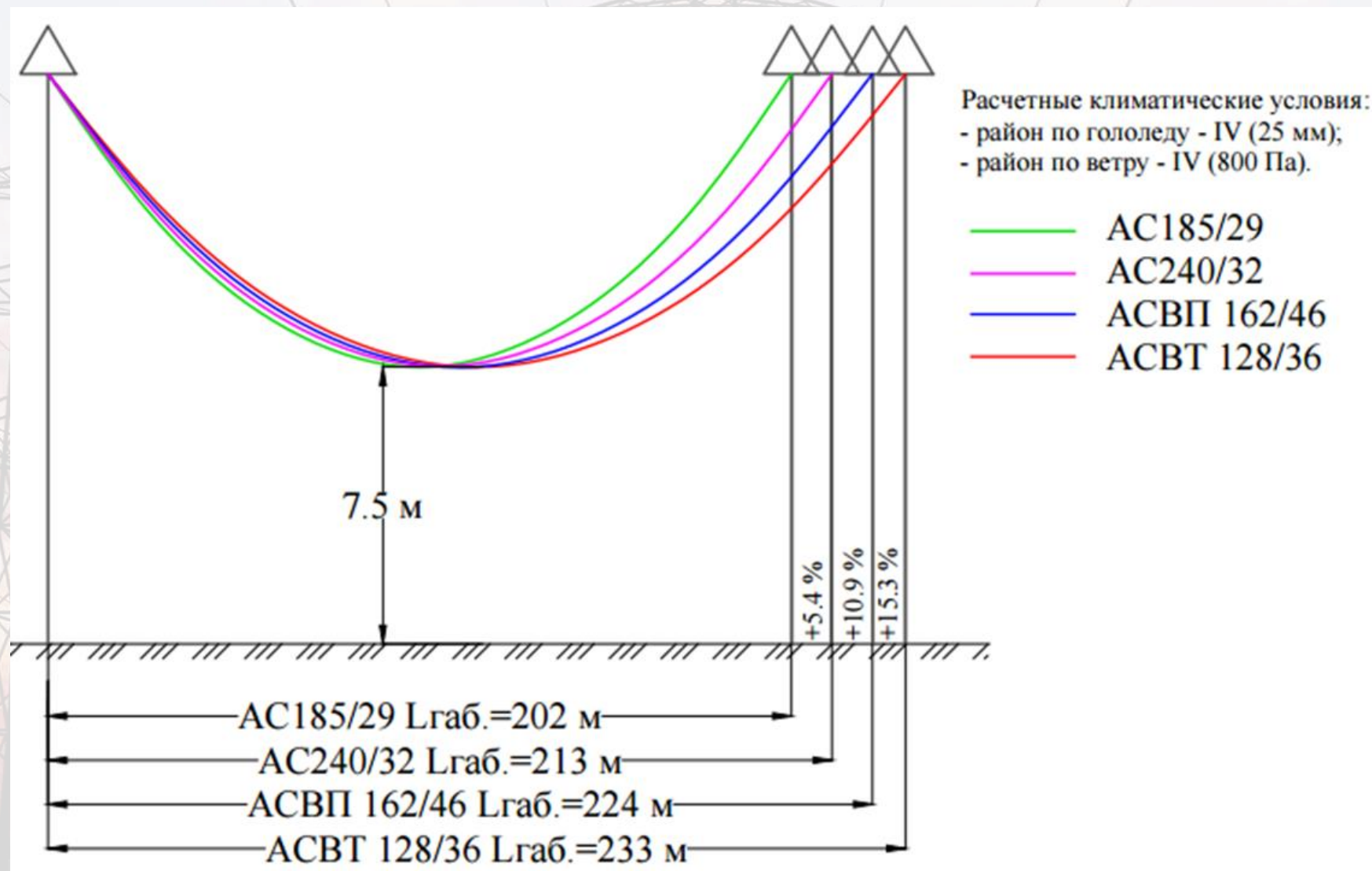
Цена, EUR/км



➤ **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.**



Сравнение габаритных проводов



Достоинства и недостатки сравниваемых проводов



Производитель	Сим-Рос-Ламифил		Энергосервис		Примечания
Основной показатель	AAAC-Z 177-1Z	Дост-во	ACBT 128/36	Дост-во	
Сечение провода, мм ²	179	-	164,6	+	Меньше сечение и диаметр провода – меньше ветровое давление на опоры ВЛ
Наружный диаметр, мм	16,5	-	15,2	+	
Удельная масса провода со смазкой, кг/км	507	+	659,5	-	
Разрывная нагрузка, кН	57,07	-	77,067	+	Выше разрывная нагрузка – меньше стрела провеса
Модуль упругости, кН/мм ²	56	-	109	+	Выше модуль упругости – меньше стрела провеса
Токовая нагрузка, А	573	-	690,1	+	
Длительно допустимая температура, °С	90	-	150	+	Нет необходимости организовывать плавку гололеда на проводах

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДОВ МАРКИ АСВТ

Районы с большой гололёдной опасностью, где с учётом перспективной нагрузки в зимний период в часы суточного максимума возможен нагрев провода свыше 90 °С, целесообразно применение провода АСВТ, т.к. отпадает необходимость в части специализированных мероприятиях по плавке гололёда.

ВЛ с вероятностью работы на уровне допустимого тока, как предотвращение аварийных отключений в пиковых режимах.

Южные регионы, с максимальной температурой воздуха выше 45°С, где за счет нагрева солнечной радиацией максимальная температура провода может превысить допустимые значения для АС по ПУЭ +70°С.

Переходы, где необходимо обеспечение высокой пропускной способности в сочетании с необходимой прочностью провода для максимального уменьшения высоты опор.

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ 22,4 мм

Марка провода	Диаметр, мм	Допустимый ток, А	Масса, кг/км	Разрывное усилие, кг
АС 240/56	22,4	610(100%)	1106(100%)	98253(100%)
AERO-Z 346-2Z	22,4	852(140%)	958(87%)	111320(113%)
АСВП 277/79	22,4	861(141%)	1399(127%)	163940(167%)
АСВП 258/73	21,6	813(133%)	1297(117%)	151553(154%)
АСВТ 277/79	22,4	1199(197%)	1399(127%)	163940(167%)

Значения величин для провода марки АС приняты за 100 %

СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТНОГО ПРОВОДА АС И АСВП (АСВТ).



Параметры проводов для сравнения	АС 150/24	АСВП, АСВТ 162/47	
	Величина	Величина	Изменение в % от АС
Поперечное сечение сердечника, мм ²	24,2	47,3	+ 90
Поперечное сечение алюминиевой части, мм ²	149	162,3	+ 8,9
Диаметр, мм	17,1	17,1	0
Номинальная прочность на разрыв, кН	5227,9	9882,4	+ 89
Максимальная токовая нагрузка, А	554	590,5 (АСВТ-822)	+ 6.6 (+48.4)
Удельные электрические потери при одинаковой токовой нагрузке (150 А), МВтч/км в год	41,7	36,4	-12,7
Провес при максимальной температуре воздуха (+40 °С) для пролетов 250/300 м, м	6,29 / 9,26	3,32 / 4,87	- 47,2
Провес при температуре окружающей среды -5 °С для зоны 3 по ветровой и ледовой нагрузке, м	6,66 / 9,63	4,41 / 6,04	- 33,8
Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом/км	0,2039	0,178	- 12,7

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ЗАМЕНЫ ПРОВОДА АС ПРОВОДОМ АСВТ

Провод ГОСТ 839-80	Диаметр, мм	Идл.доп при 90 °С, А	Разрывное усилие, Н	Провод "Энергосервис"	Диаметр, мм	Идл.доп при 90 °С, А	Разрывное усилие, Н
АС 240/32	21,6	605	75050	АСВТ 217/33	18,5	829	92000
АС 300/39	24	710	89200	АСВТ 214/61	19,6	825	127332
АС 400/51	27,5	825	120481	АСВТ 258/73	21,6	934	151533
АС 500/64	30,6	945	148257	АСВТ 27/79	22,4	979	163940

Для корректного сравнения в таблице приведены длительно допустимые токи при 90°С, однако для провода марки АСВТ рабочая температура составляет **150°С**, а максимальная температура – **210°С**.

Допустимое разрывное усилие провода АСВТ значительно больше, при сопоставимой пропускной способности, что видно из таблицы, а значит при проектировании линии с заданными параметрами возможно использование провода АСВТ меньшего диаметра, позволяет уменьшить стрелы провес, в целом, даёт больше вариантов проектирования.

Кроме того, происходит снижение ветровой нагрузки на провод АСВТ относительно стандартного АС на **25-40%**, гололёдообразования на **25-30%**

Программное обеспечение для выбора оптимальных проводников



Программный комплекс позволяет:

- рассчитать ток по заданной линии;
- просмотреть каталог проводов, используемых на воздушных линиях;
- просмотреть технические характеристики проводов;
- проводить экспериментальное сопоставление проводов марок АС и АСВТ;
- определить активные потери мощности выбранных проводов для данной линии, построить графики зависимости потерь мощности от длины линии;
- позволяет экспортировать введенные для расчета данные в Excel и сохранить построенный график



Программное обеспечение для выбора оптимальных проводников



ВОПДУС

Файл Помощь

Выбор провода

Напряжение на линии, кВ: 110 кВ

Максимальная мощность на линии, МВт: 80,00

Коэффициент мощности: 0,95

Подобрать провод АС

Подобрать провод АСВТ(АСВП)

Выбран провод АС-150

Выбран провод АСВП-128(АСВТ-128)

Активные потери мощности на линии, кВт: 116,041

Построить график Очистить график Сохранить график

Потери активной мощности, кВт

Длина, м

Характеристики

Марка: А

Номинал

Внешний

Удельная

км

Сопроти

км

Разрывн

Максима

Стрела п

Стоимость: 4 030 евро/км

Особенности:

- самый распространенный провод в электросетевом комплексе России
- максимальная температура - 90 °C

Недостатки:

- слабая коррозионная стойкость

Form3

	Id	Marka_proвода	Napryazhenie	Tok	Soprotivlenie	Stoimost
1	1	AC-70/11	110	265	0,428	60000
2	2	AC-95/16	110	330	0,306	83100
3	3	AC-120/19	110	390	0,249	108000
4	4	AC-150/24	110	450	0,198	104100
5	5	AC-185/29	110	510	0,162	129100
6	6	AC-240/32	110	605	0,12	174000

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, мм ²	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/мм ²	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, mm ²	24,2	47,3	+90
Сечение алюминия, mm ²	149	162,3	+8,9
Диаметр, mm	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)
Длинна 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, Е*10-3, N/mm2	82,5	88	+ 6,7
<u>Стрела провеса при температуре воздуха (+40 °С), m, пролёт:250 m</u> 300 m	6,29	3,32	- 47,2
	9,26	4,87	
Стрела провеса при температуре воздуха (- 5 ° С) в 3-м ветровом и гололёдном районе, m: пролёт 250/300м	6,66	4,41	- 33,8
	9,63	6,04	
Электрическое поле начала короны в сухой погоде, kV/cm	34,04	40,0	+17,5
Соппротивление (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($I=146\text{ A}$), млн. руб.	-	-6,97	9,93
Стоимость с экономией на потерях ($I=146\text{ A}$), млн. руб.	320,78	303,91	319,42
Экономия на электрических потерях за 45 лет($I=212\text{ A}$), млн. руб.	-	-14,70	20,93
Стоимость с экономией на потерях ($I=212\text{ A}$), млн. руб.	320,78	311,63	308,42

Как показывает проведенное сравнение провода АСВП, АСВТ 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 проводов АСВП, АСВТ ниже, чем у АС 400/51.**

Оценка снижения технических потерь на примере существующей ВЛ 110 кВ в Волгоградской области



Параметр	Величина параметра для проводов	
	<i>АС-120/27</i>	<i>АСВП-133/37</i>
Диаметр провода, (мм)	15,4	15,4
Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при 20°C, (Ом/км)	0,253	0,217
Масса 1 км провода, (кг)	528	672
Разрывное усилие, (Н)	49465	80141
Активное сопротивление ВЛ, (Ом)	5,99	5,19
Потери мощности в ВЛ при средних нагрузках, (кВт)	2,09	1,81
Нагрузочные потери э/э в ВЛ, (кВт·ч/мес)	2010,07	1739,48
Условно-постоянные потери э/э в ВЛ, (кВт·ч/мес)	4341,08	4341,08
Потери э/э в ВЛ, (кВт·ч/мес)	6351	6081

Расчет проведен для линии со средним расход активной энергии 1367,652 МВт·ч.

За счет снижения сопротивления воздушной линии электропередачи наблюдается сокращение нагрузочных потерь на 13,5 %, а следовательно и полных потерь электроэнергии на 4,3 %. Что в свою очередь ведет к увеличению пропускной способности сети и энергоэффективности электроэнергетической системы в целом.

Следует отметить, что **основными преимуществами** являются:

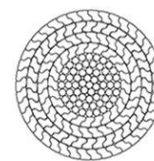
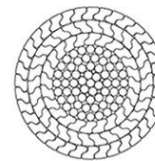
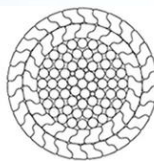
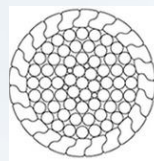
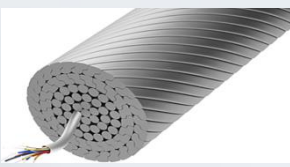
большая пропускная способность, большее разрывное усилие и меньшие технические потери электрической энергии.

Параметры новых проводов АСВП/АСВТ в комплексе с грозотросом МЗ или ОКГТ могут быть 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



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

Возможные варианты замены провода АС на АСВП

Провод	Ø, мм	I _{дл.д} при 70°C	Вес кг	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВП	Ø, мм**	I _{дл.д} при 70°C	Вес, кг	Разрывное усилие провода, Н
АС 150/34	17,5	450	675	62643	АСВП 139/39	15,7	438,23	688,7	81170
АС 185/43	19,6	515	846	77767	АСВП 174/51	17,7	515,2	884,9	104886
АС 240/56	22,4	610	1106	98253	АСВП 218/63	19,8	608	1106,7	130096
АС 300/67	24,5	680	1323	126270	АСВП 258/73	21,6	679,63	1296	151533
АС 400/51	27,5	825	1490	120481	АСВП 295/44	21,5	879	1183	116800
АС 500/64	30,6	945	1852	148257	АСВП 461/64	26,9	993,02	1802	170507

Высокотемпературные провода!

Возможные варианты замены провода АС на провод АСВТ

Провод	Ø, мм	I _{дл.д} при 70°C, А	Разрывн. усилие провода, Н	Предлагаемый провод АСВТ	Ø, мм*	I _{дл.д} при 90°C, А	I _{дл.д} при 150°C, А	Разрывное усилие провода, Н
АС-240/32	21,6	605	75500	АСВТ 128/36	15,2	559,23	696,9	77070
АС 330/43	25,4	730	103784	АСВТ 214/61	19,6	755	998	126672
АС 400/51	27,5	825	120481	АСВТ 277/81	22,4	901	1199,6	167655

Технические характеристики проводов АСВП/АСВТ



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, мм²	I _{дл.доп} АСВП, При t-70°C	I _{дл.доп} АСВТ, При t-150°C	Расчетные параметры проводов марок АСВП					
			Сечение алюминий/ сталь, мм²	Диаметр, мм		Электрическое сопротивление 1км провода постоянному току при 20 °С, Ом, не более	Разрывное усилие, Н, не менее	Вес 1000м, кг
				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

- Модуль упругости – $0,79 * 10^5$ Н/мм², и $0,63 * 10^5$ Н/мм² - у АС.
- Коэффициент линейного расширения $\times 10^{-6}$, 1/°С - 19,6
- Линейка проводов АСВП позволяет увеличить энергоэффективность ВЛЭП при плановых заменах.

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	сердеч- ника			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°С	I _{дл.доп} , АСВТ, t-150°С	Коеф. линейного расширения x10-6, 1/°С	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

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%).

ВЫВОДЫ:

- ✓ большая пропускная способность;
- ✓ большее разрывное усилие;
- ✓ большой габаритный пролет;
- ✓ меньшее число опор при новом строительстве на прямолинейных участках;
- ✓ более высокое напряжение возникновения коронных разрядов
- ✓ более высокая рабочая температура проводников (+ 150 °С, max + 210 °С)
- ✓ снижение технических потерь электрической энергии

Пластическая деформация не только значительно повышает механическую прочность но и в несколько раз снижает вытяжку (удлинение) процессе эксплуатации, вне зависимости от металла, от стали до меди.

Спасибо за Ваше внимание!

Курьянов Василий Николаевич

vek077@yandex.ru

+7903327478