
1-4 декабря 2009

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ

**Провода повышенной пропускной способности
Арматура для подвески высокотемпературных проводов
Арматура для подвески проводов и тросов с высокими и
сверхвысокими тяжениями**

Колосов С.В.

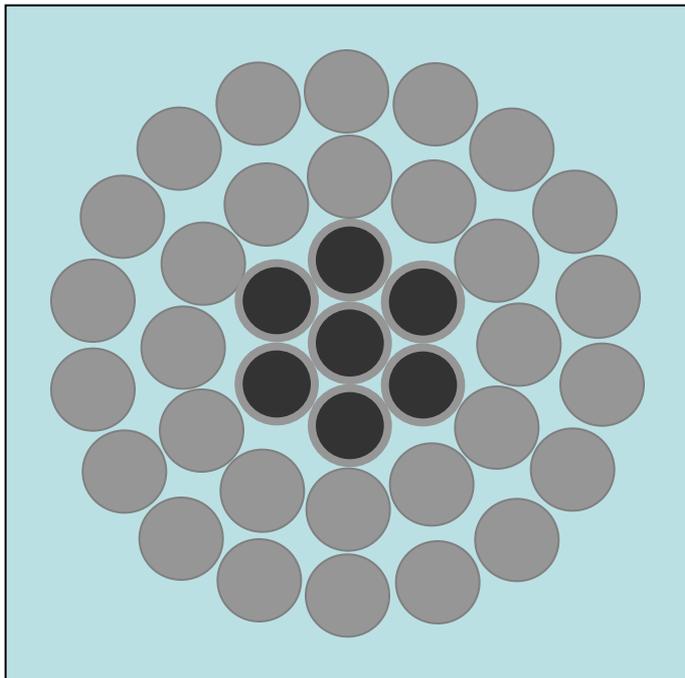
2009 г.

- Модернизация ВЛ
- Повышение надежности ВЛ
- Повышение мощности
- Повышение напряжения
- Повышение тока
- Повышение плотности тока
- Увеличение рабочего сечения

Строительство новых линий

	AERO-Z
	TACSRS/ACS и TACSR/HACIN
	GTACSR и GZTACSR
	ACCR

Принципы работы
Преимущества
Недостатки
Аттестация ФСК
Цены
Сравнение с АС
Применение
Оптимизация ВЛ



Аттестован ОАО «ФСК ЕЭС» 08.2008

Характеристики:

Марка: TACSR/ACS 212/49 (TACSR/HICIN)

Номинальный диаметр проволок : 3 мм

Внешний диаметр : 21 мм

Вес : 914 кг/км

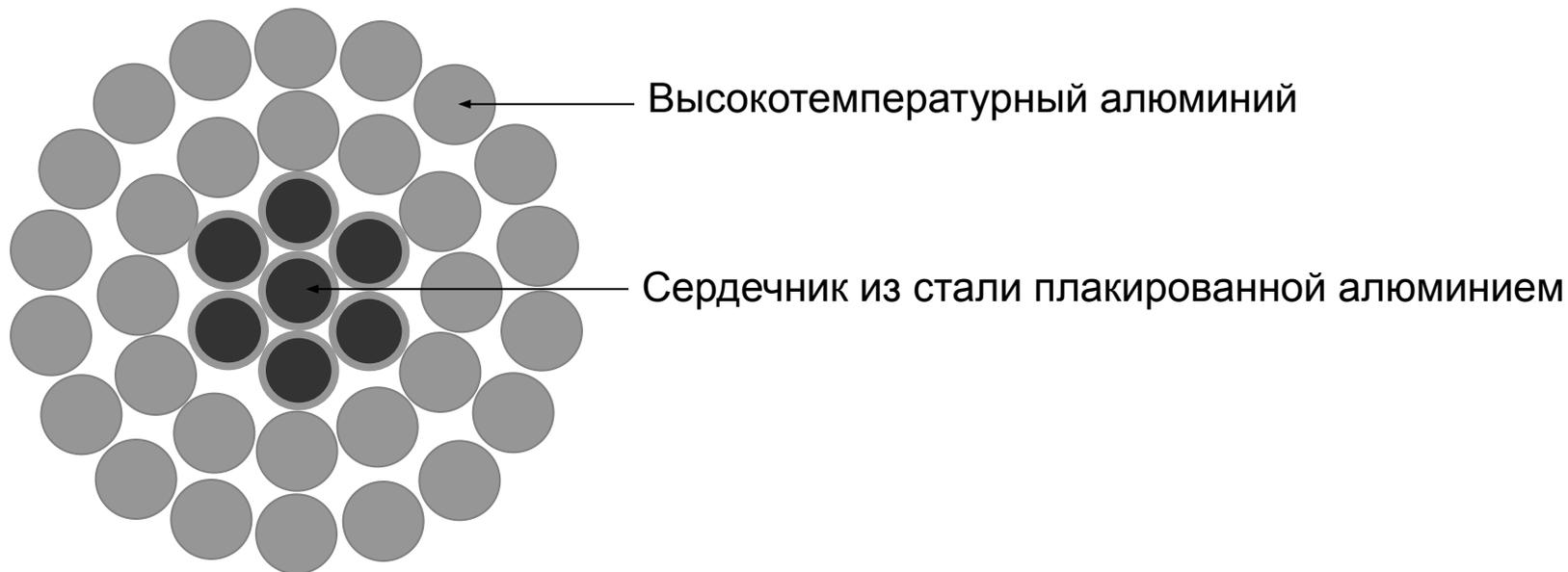
Сопротивление : 0,1283 Ом/км

Разрывное усилие : 9737 кг

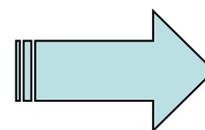
Максимальный ток : 871 А

Особенности:

- классическая конструкция
- рабочая температура : 150°C
- высокая коррозионная стойкость
- небольшие стрелы провеса для проводов TACSR/HICIN

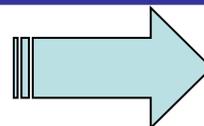


Рабочая температура увеличена до 150⁰С,
допускается нагрев в течение часа до 180⁰С,
нагрев в течение секунды до 210⁰С



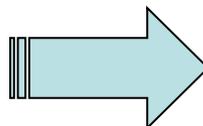
Нет гололеда
Нет пляски
Меньшие нагрузки

Сниженный вес провода и
НІСІN сердечник с малым коэф. расширения

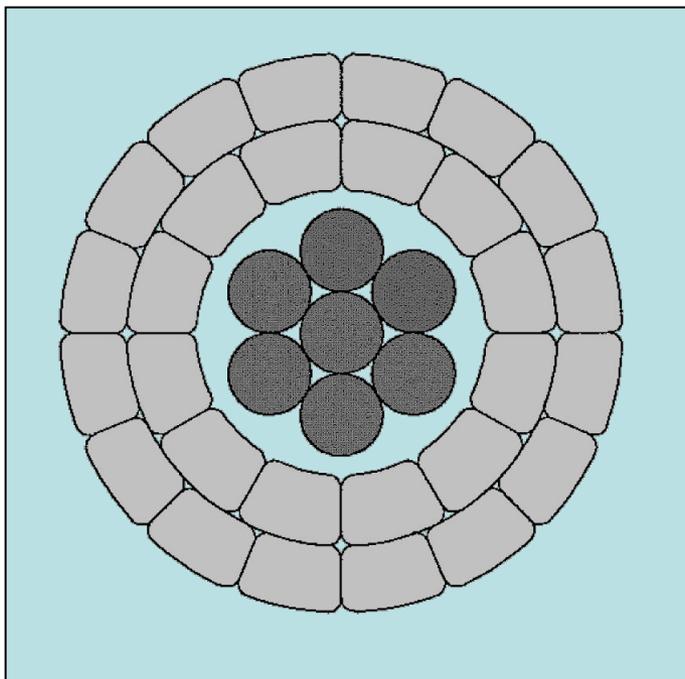


Малые стрелы провеса
Меньшие нагрузки

Сталь плакирована алюминием



Высочайшая коррозионная стойкость



Аттестован ОАО «ФСК ЕЭС» 03.2008

Характеристики:

Марка: GTACSR 217/49

Номинальный диаметр проволок : 3 мм

Внешний диаметр : 20,3 мм

Вес : 1015 кг/км

Сопротивление : 0,1358 Ом/км

Разрывное усилие : 11296 кг

Максимальный ток : 843 А

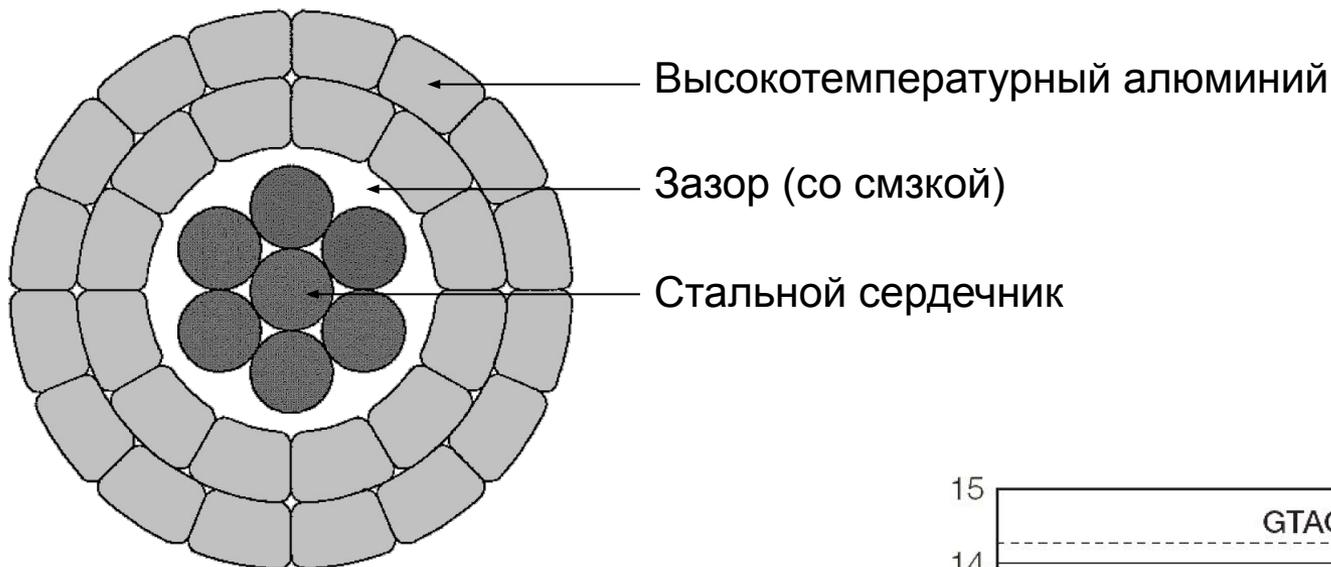
Особенности:

- провод с зазором
- максимальная температура : 150°C
- высокая коррозионная стойкость
- небольшие стрелы провисания

Недостатки:

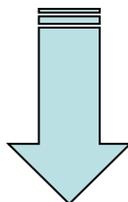
- сложная конструкция
- сложное проектирование
- сложная технология монтажа
- специальная арматура
- необходимо специальное оборудование
- необходимо обучение персонала
- слышимый шум
- сложность ремонта

Высокотемпературные провода J-Power Systems – как это работает

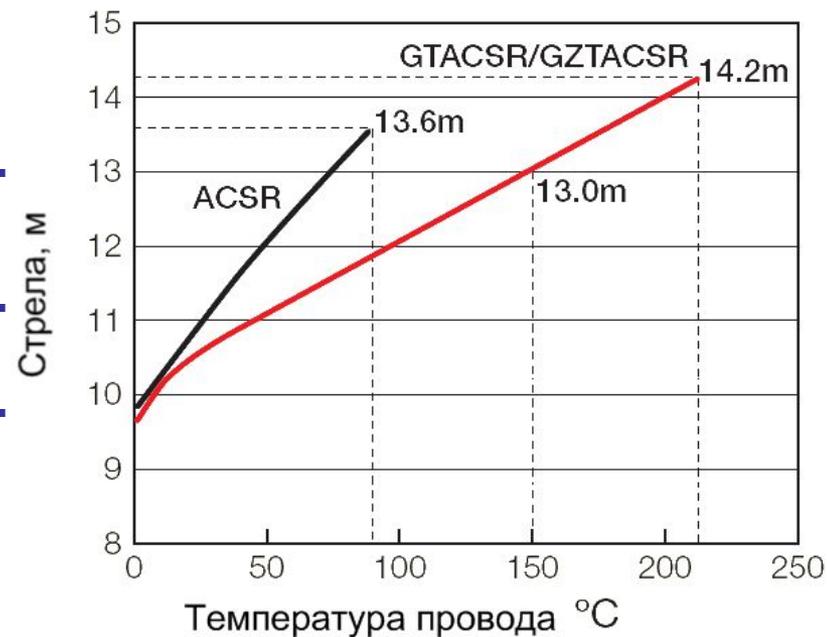


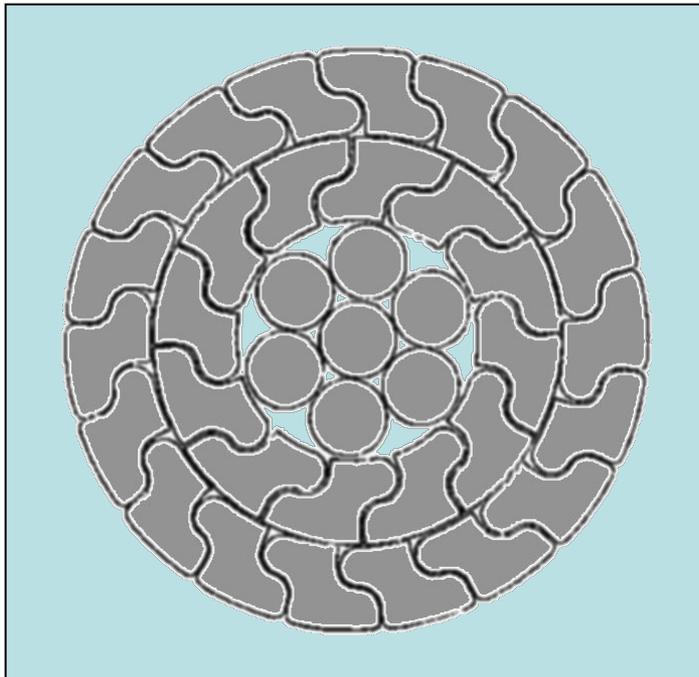
Нагрузка только на сердечнике при $T > T_{\text{монтажа}}$, алюминий не нагружен

Модуль упругости и коэффициент расширения как у стального провода



Стрелы провеса существенно меньше чем у АС





Характеристики:

Марка: AERO-Z 366-2Z

Номинальный диаметр проволок : 3,3 мм

Внешний диаметр : 23,1 мм

Вес : 1014 кг/км

Сопротивление : 0,0919 Ом/км

Разрывное усилие : 11854 кг

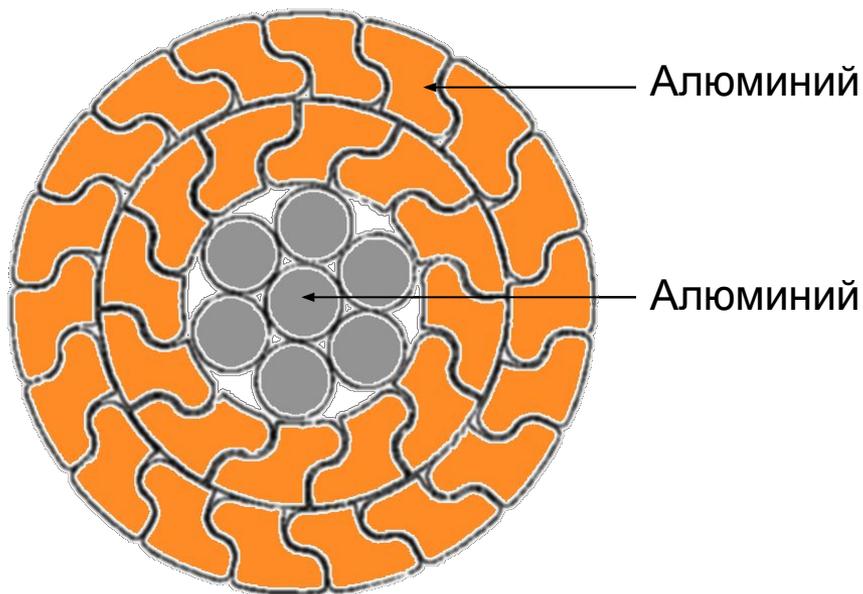
Максимальный ток : 732 А

Особенности:

- стальной сердечник отсутствует
- максимальная температура : 80°C
- высокая коррозионная стойкость

Недостатки:

- сложная конструкция
- сложность ремонта
- низкое аэродинамическое демпфирование

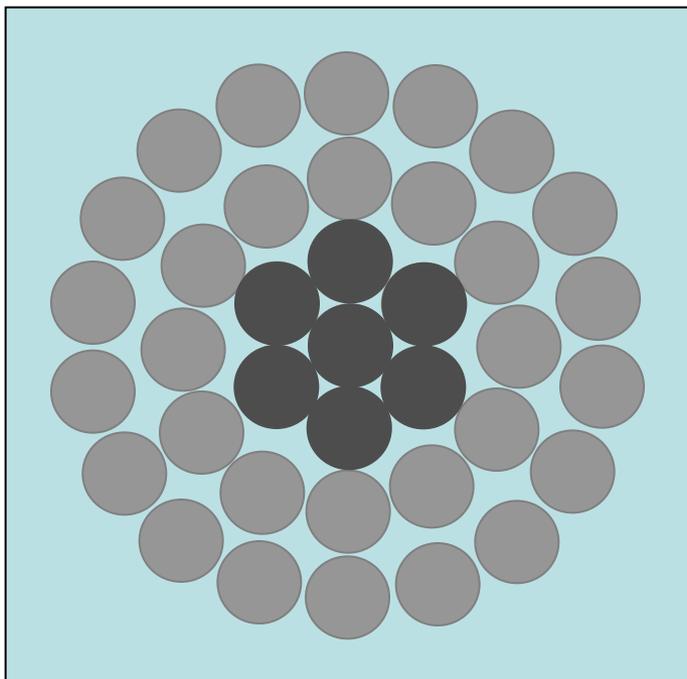


Компактность: ~ 82 % заполнение алюминием против АС ~ 60-66 %

Меньший вес: ~ 90-92% от веса АС того же диаметра

Меньшее электросопротивление ~ 77-96 %

Большее разрывное усилие ~ 118-126%



Аттестован ОАО «ФСК ЕЭС» 03.2009

Характеристики:

Марка: ACCR 405-T16

Диаметр проволок : 2.5-3.2 мм

Внешний диаметр : 20.1 мм

Вес : 684.4 кг/км

Сопротивление : 0.1338-0.2373

Разрывное усилие : 7489 кг

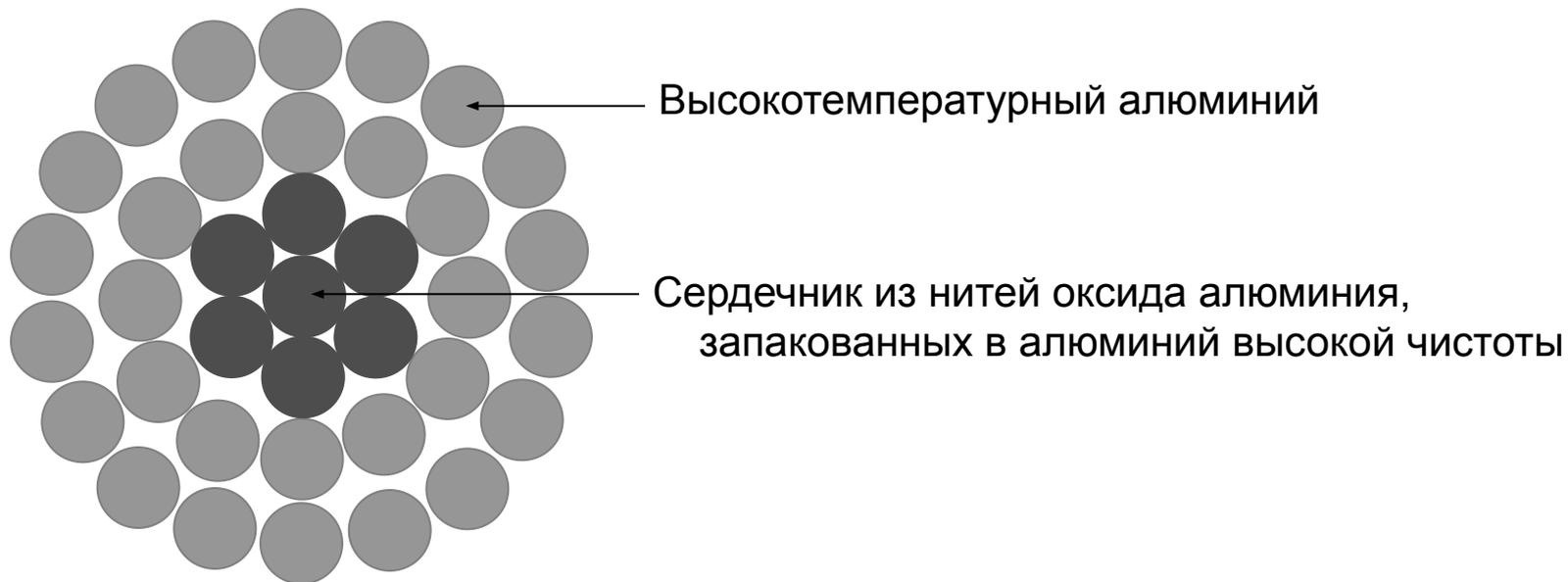
Максимальный ток : 1059 А

Особенности:

- стальной сердечник отсутствует
- максимальная температура : 210°C
- высокая коррозионная стойкость

Недостатки:

- сердечник сложной конструкция
- специальная арматура
- сложность ремонта



Низкий коэффициент теплового расширения: $6.3 \cdot 10^{-6}$ вместо $12.1 \cdot 10^{-6}$ у стали

Низкий вес и высокая разрывная прочность

Сравнение проводов AC, Lumpi-Berndorf, J-Power, Nexans и 3M

11/
14

	Компания производитель	Провод	Диаметр, мм	Масса, кг/км	МТПС, А	Стоимость, евро/км*	Стрела при T=max, м
1		AC 240/39	21,6	952	480	1735 (76%)	10,1
2		AC 300/56	24,2	1257	600	2291 (100%)	11,05
3		AC 400/22	26,6	1261	830	2300 (100%)	12,3
4	Lumpi-Berndorf	TACSR/HACIN 212/49	21	939	861	10500 (450%)	10,5
5	Lumpi-Berndorf	TACSR/ACS 212/49	21	914	871	6200 (270%)	11,6
6	J-Power Systems	GTACSR 217/49	20,3	1015	840	10500 (450%)	9,1
7	Nexans	366-2Z	23,1	1014	732	13700 (600%)	9,9
8	3M	ACCR 405-T16	20.1	684	1059	23000 (1000%)	?

* Цены на провода ориентировочные и зависят от курсов валют

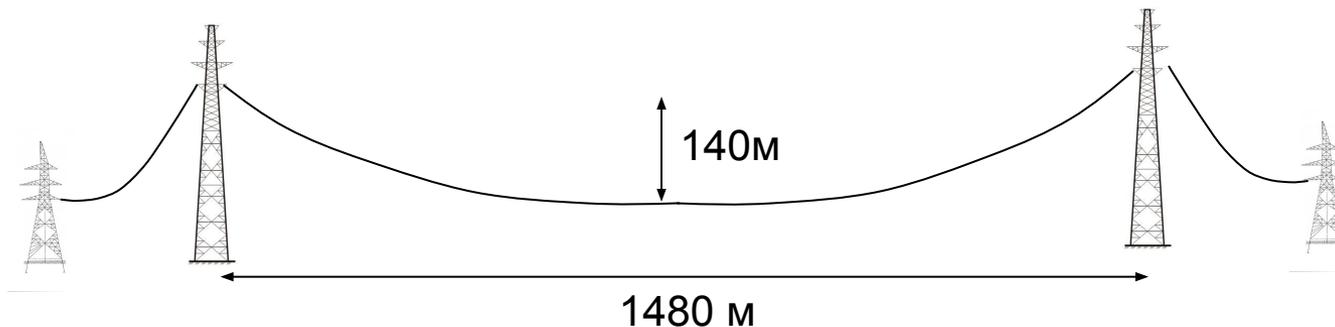
Сравнение проводов Lumpi-Berndorf и АС

12/
14

	Ток, А	Диаметр, мм	Масса, кг	Разрывное, Н
АС 185/43	515	19,6	846	77767
TACSR/ACS 97/56	569 110%	16 81%	640 76%	83480 107%
АС 240/32	605	21,6	921	75050
TACSR/ACS 185/30	777 128%	19 88%	705 76%	67060 89%
АС 400/22	830	26,6	1261	95515
TACSR/ACS 212/49	871 105%	21 79%	914 72%	95430 100%
АС 500/27	960	29,4	1537	112188
TACSR/ACS 264/62	1008 105%	23,45 80%	1139 74%	116440 104%
АС 300/39	710	24	1132	90574
TACSR/ACS 340/30	1230 173%	25 104%	1128 100%	94060 104%
АС 500/336	1000	37,5	4005	466649
TACSR/ACS 521-A20SA	872 87%	29,7 79%	3512 88%	698180 150%

поколения

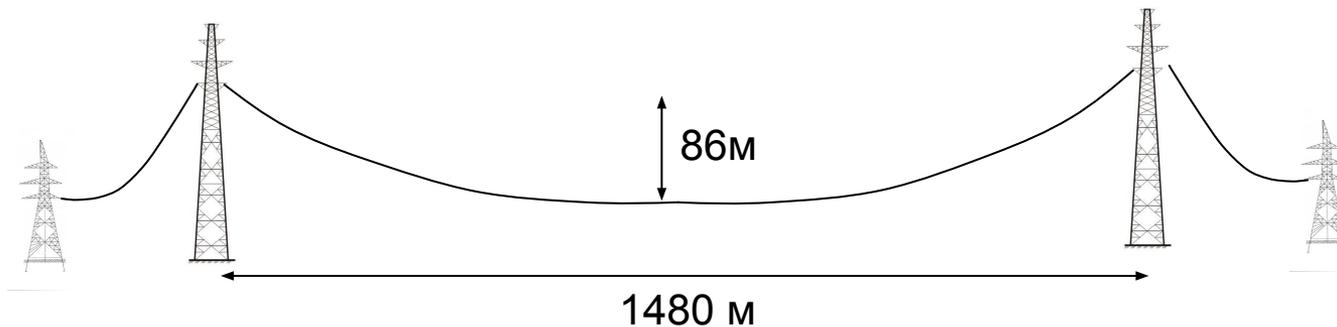
Переход через Камское водохранилище – вариант 1



Пролет: 1480 м
 Провод: АС 500/336
 Стрела: 140 м
 Высота до н.т.: 130 м
 Высота опоры: 154 м

Опора: АТ-188 (188 м)
 Вес опоры: 410 т

Переход через Камское водохранилище – вариант 2



Пролет: 1480 м
 Провод: LB 521-A20SA
 Стрела: 86 м
 Высота до н.т.: 75-80 м
 Высота опоры: 81 м

Опора: АПТ-81 (81 м)
 Вес опоры: 142 т

вес опор: 410 т → 142 т

~ -14 м.р.

фундаменты:

работы:



вес провода: АС 500/336: 5927 кг 510 т.р.

вес провода: LB 512-A20SA: 5198 кг 1450 т.р.

~+0,94 м.р

Арматура для подвески проводов и тросов с большими тяжениями

14/
14

Задача: подвеска проводов и ОКГТ с тяжениями 200-700 кН

Натяжные зажимы

Прессуемый

Дорогостоящее прессовое оборудование



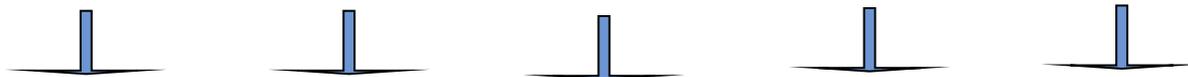
Клиновой

Ограничение усилий до 300 кН



Спиральный

Ограничение усилий до 160 кН



Спиральный натяжной зажим

**НС-D-51,
НСО-ДП-51, 52**

