

---

5 мая 2010

---

---





**Провода повышенной пропускной способности  
Арматура для подвески высокотемпературных проводов  
Арматура для подвески проводов и тросов со сверх высокими тяжениями  
Переходы через Камское вдхр. и р. Печора  
Реконструкция ВЛ 220 кВ Афипская – Крымская:  
выбор провода, проектирование, монтаж, эксплуатация**

**Колосов С.В.**

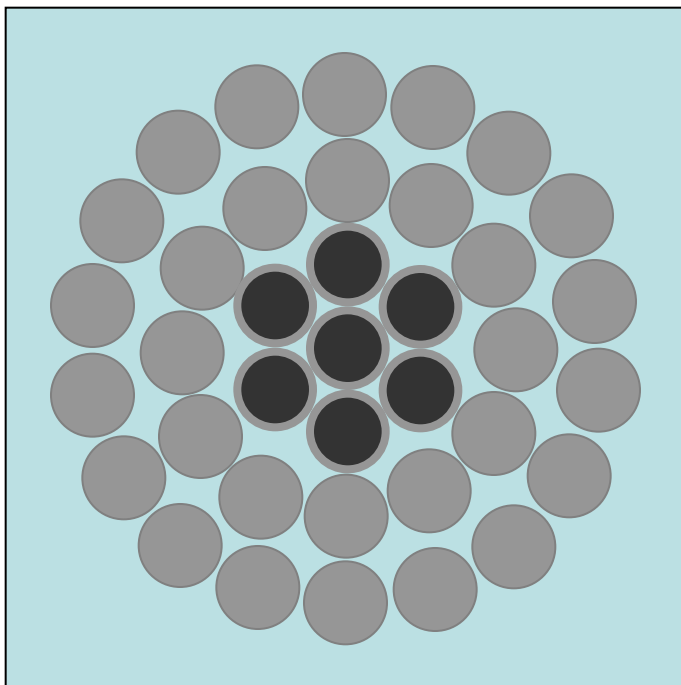
**2010 г.**

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

### Строительство новых линий

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

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

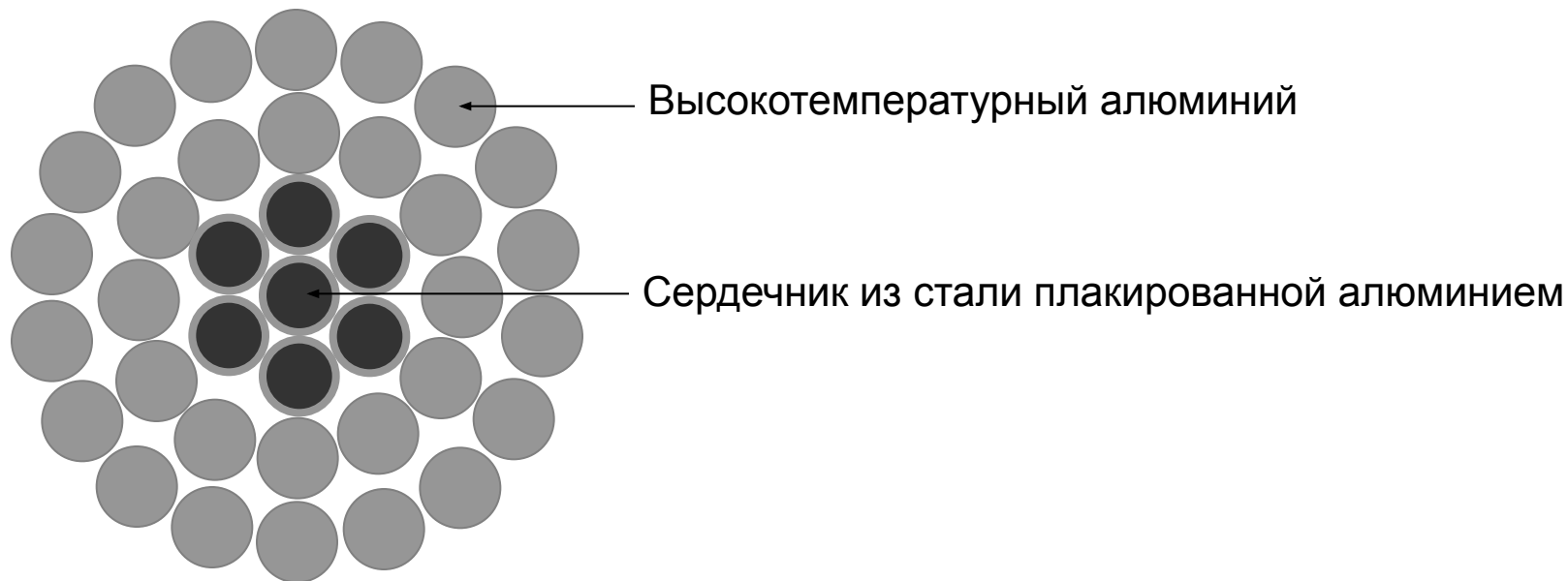
Сопротивление : 0,1283 Ом/км

Разрывное усилие : 9737 кг

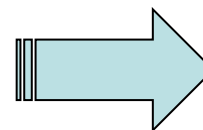
Максимальный ток : 871 А

## Особенности:

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

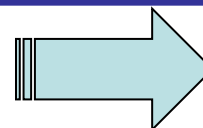


Рабочая температура увеличена до 150<sup>0</sup>С,  
допускается нагрев в течение часа до 180<sup>0</sup>С,  
нагрев в течение секунды до 210<sup>0</sup>С



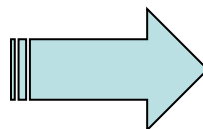
Нет гололеда  
Нет пляски  
Меньшие нагрузки

Сниженный вес провода и  
НІСІN сердечник с малым коэф. расширения

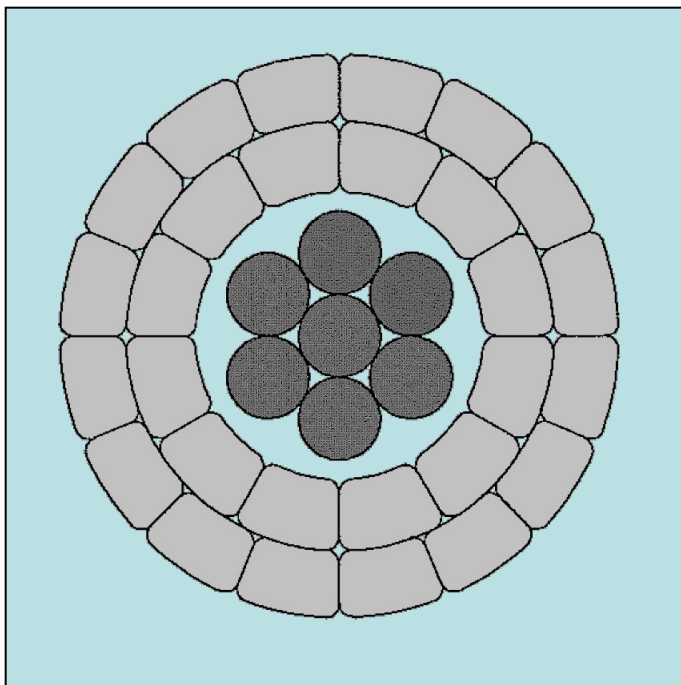


Малые стрелы провеса  
Меньшие нагрузки

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

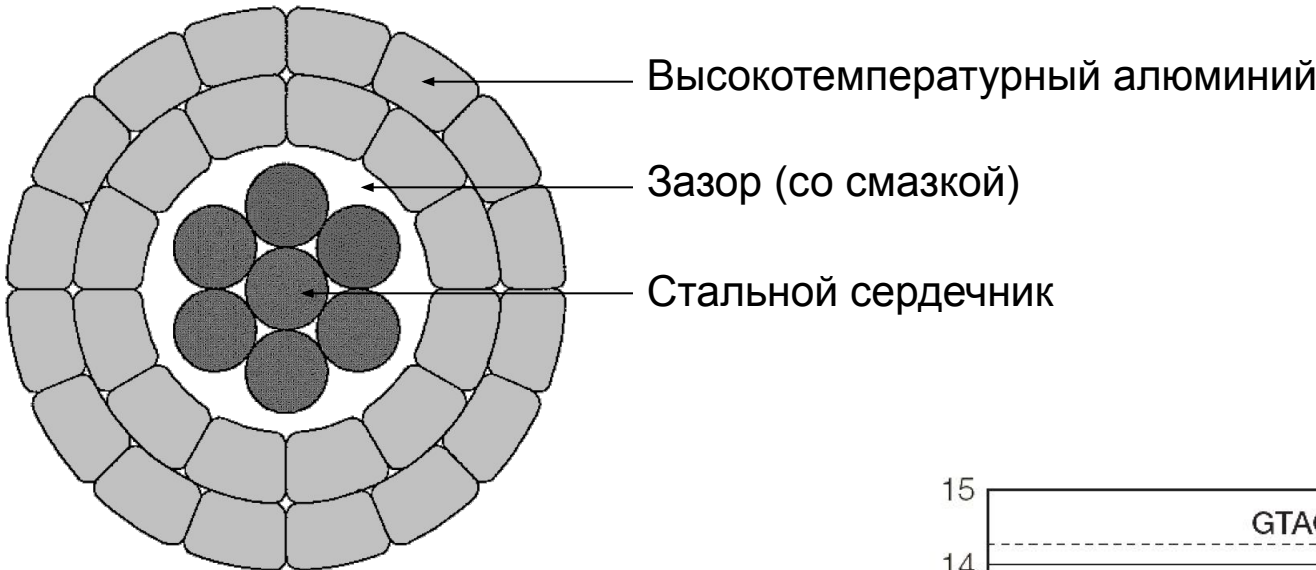
## Особенности:

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

## Недостатки:

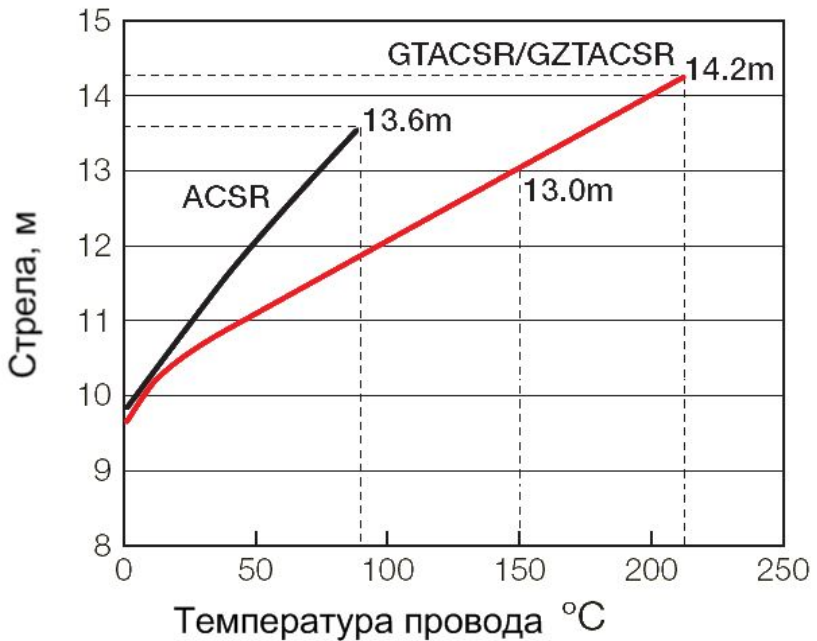
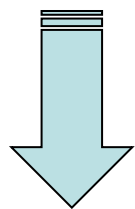
- сложная конструкция
- сложное проектирование
- сложная технология монтажа
- специальная арматура
- необходимо специальное оборудование
- необходимо обучение персонала
- слышимый шум
- сложность ремонта

# Высокотемпературные провода J-Power Systems – как это работает

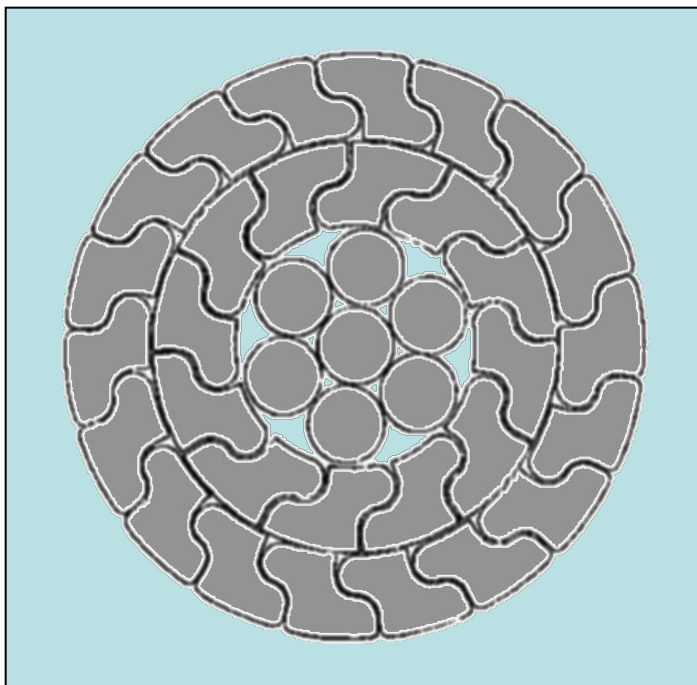


Нагрузка только на сердечнике при  $T > T_{\text{монтажа}}$ , алюминий не нагружен

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

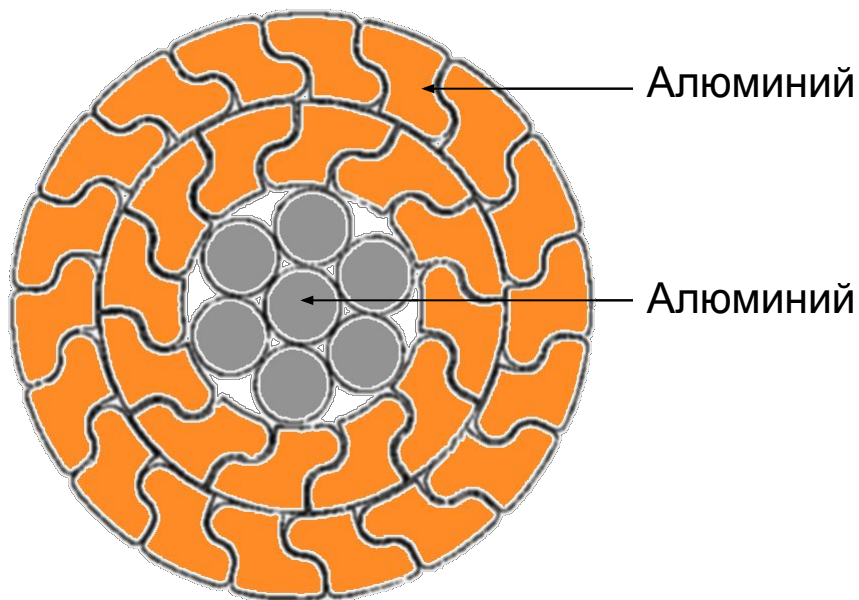
Максимальный ток : 732 А

## 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

---

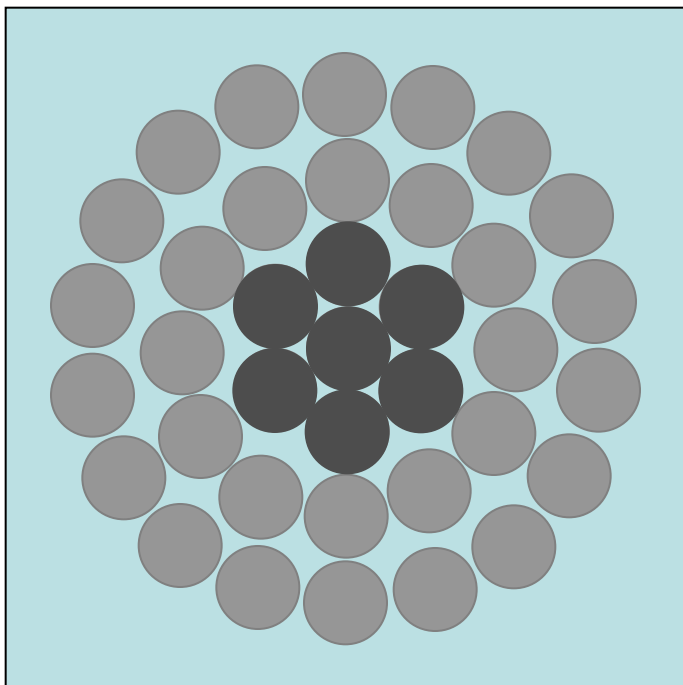
Меньшее электросопротивление ~ 77-96 %

---

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

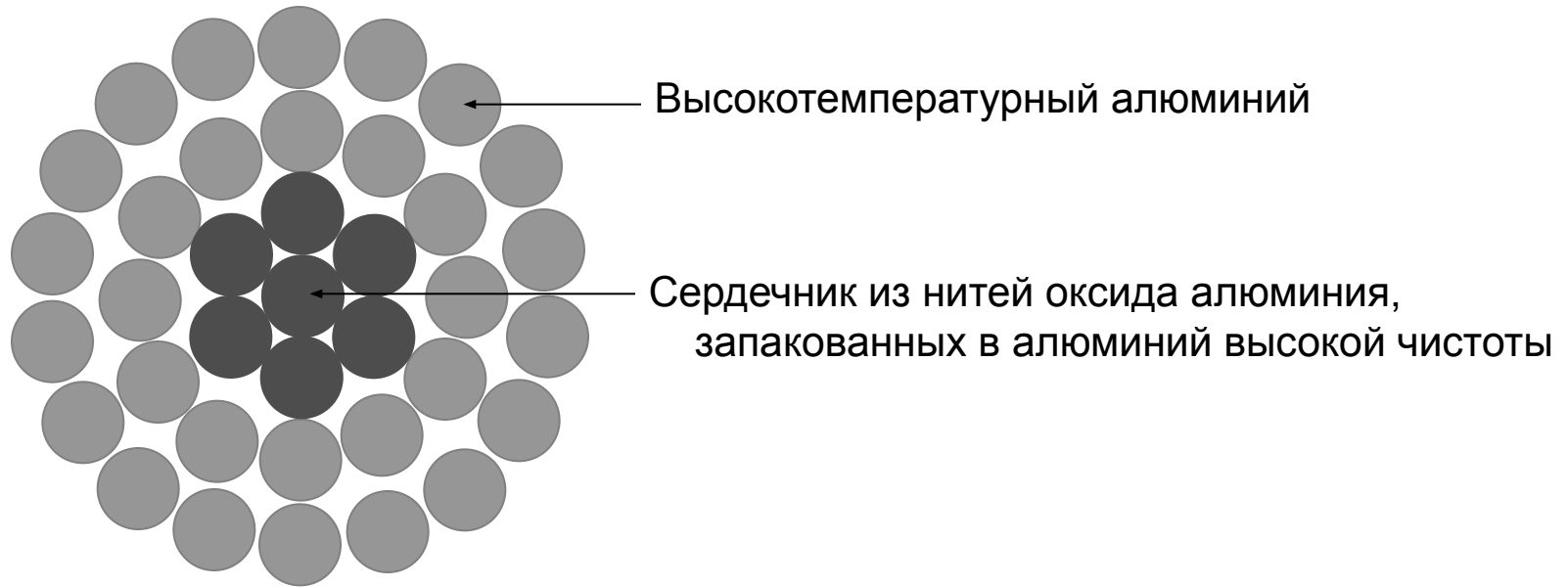
Максимальный ток : 1059 А

## Особенности:

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

## Недостатки:

- сердечник сложной конструкции
- 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/  
19

	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

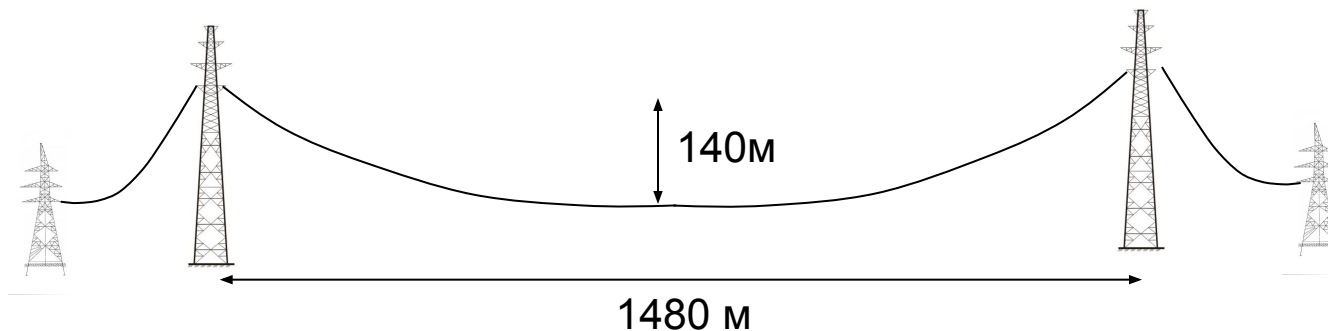
# Сравнение проводов Lumpi-Berndorf и АС

12/  
19

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

поколения

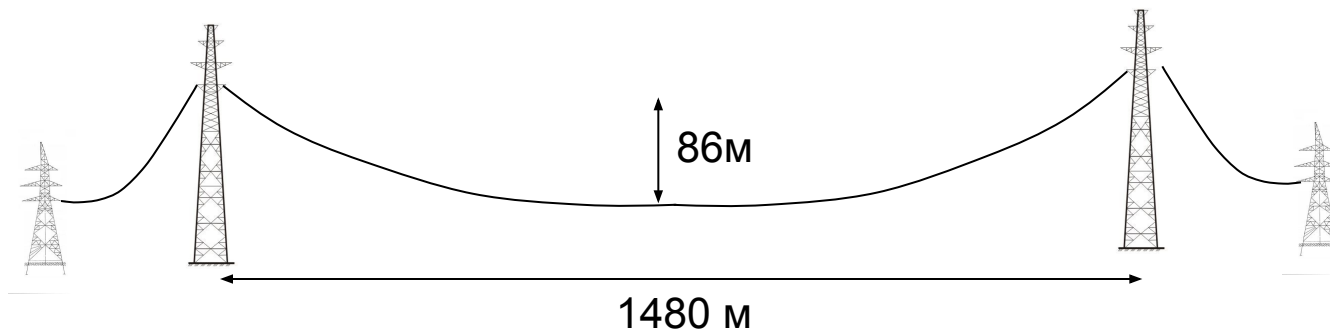
## Переход через Камское водохранилище – вариант 1



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

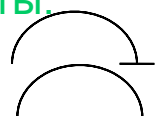
Опора: АПТ-81 (81 м)  
 Вес опоры: 142 т

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

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

## Натяжные зажимы

Прессуемый

Дорогостоящее прессовое оборудование



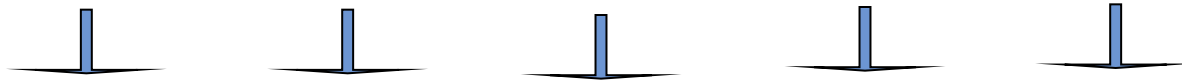
Клиновой

Ограничение усилий до 300 кН



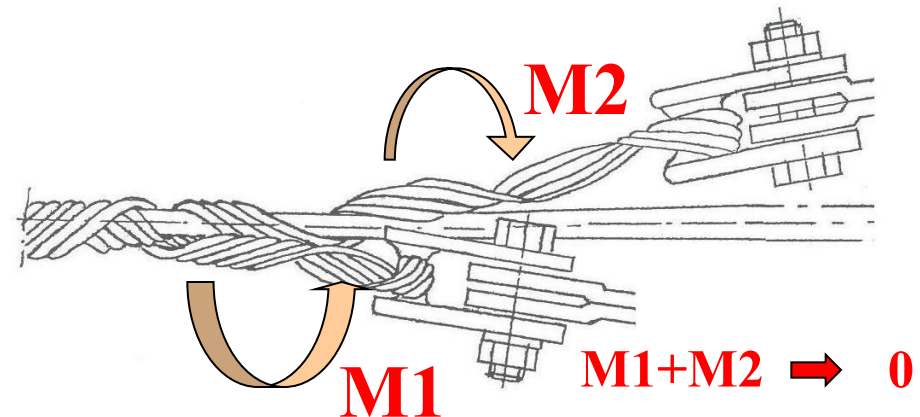
Спиральный

Ограничение усилий до 160 кН



Спиральный натяжной зажим

**НС-D-51,  
НСО-ДП-51, 52**

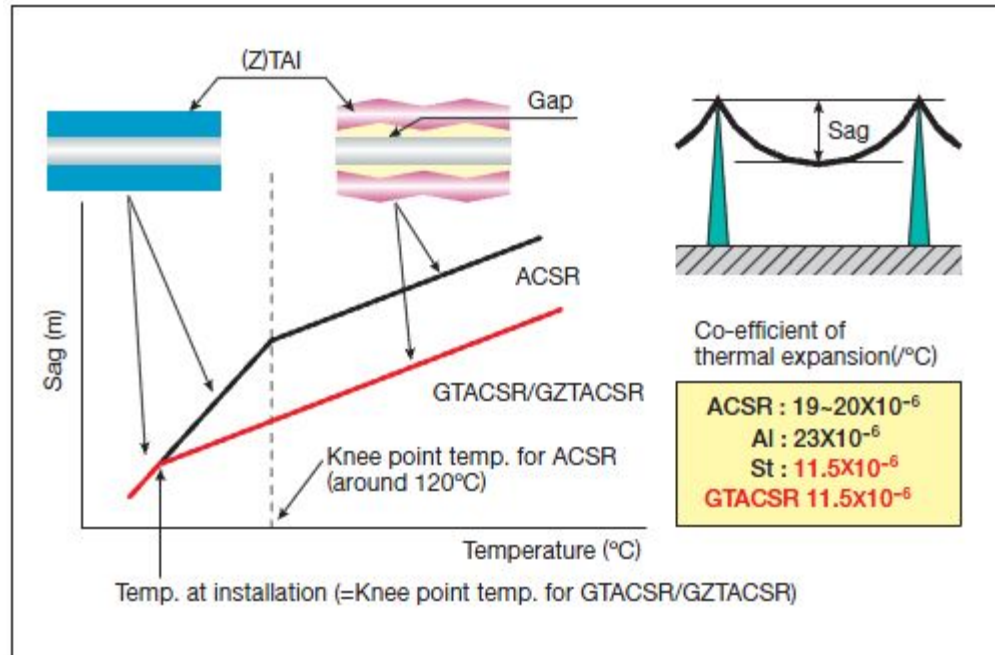
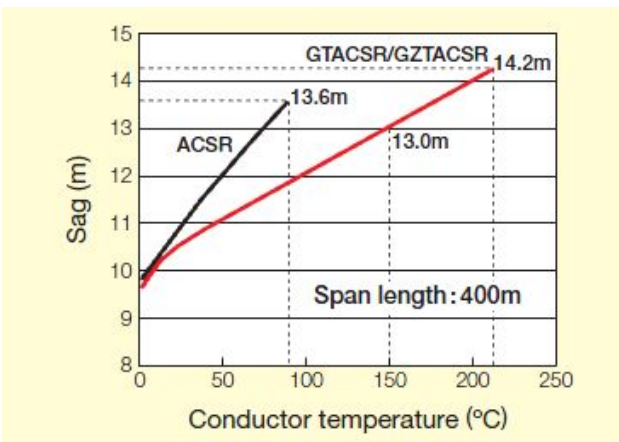
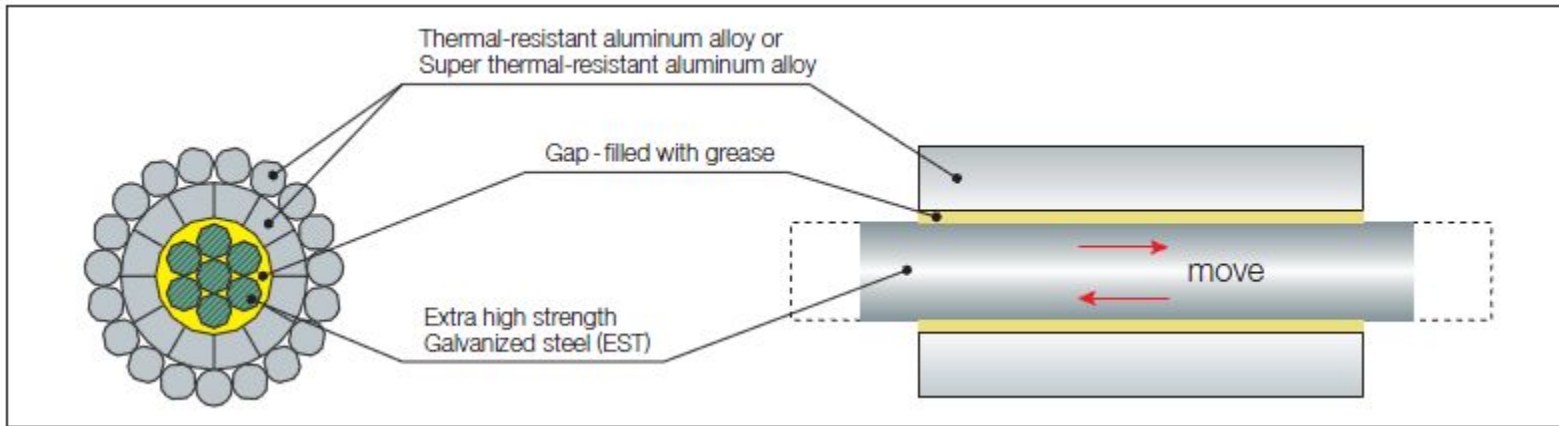


## Одноцепная ВЛ 220 кВ Афипская – Крымская



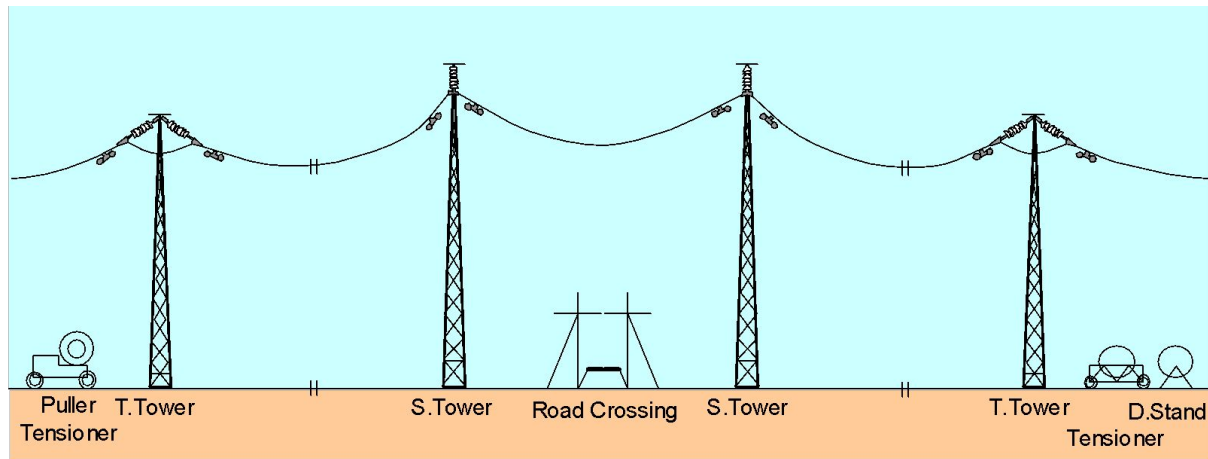
	Линия до реконструкции	Линия после реконструкции
Провод	АС 300/56	ГТАКСR 217/49
Сечение алюм, мм <sup>2</sup>	294,5	217.4
Сечение стали, мм <sup>2</sup>	56,3	49.48
Диаметр, мм:	24,2	20.3
Вес кг/км	1257	1015
Разрывное усилие, кН	100,6	110.7
Длительно допустимый ток, А (при +45 <sup>0</sup> С и 0,5м/с)	680	840
Стрела в пролете 305м, м	7.57	6,53
Стрела в пролете 325м, м	8,6	7,41
Стрела в пролете 360м, м	10,56	9,1
Стрела в пролете 410м, м	12,65	10,72
Стрела в пролете 440м, м	14,57	12,35
Стрела в пролете 485м, м	17,71	15,01



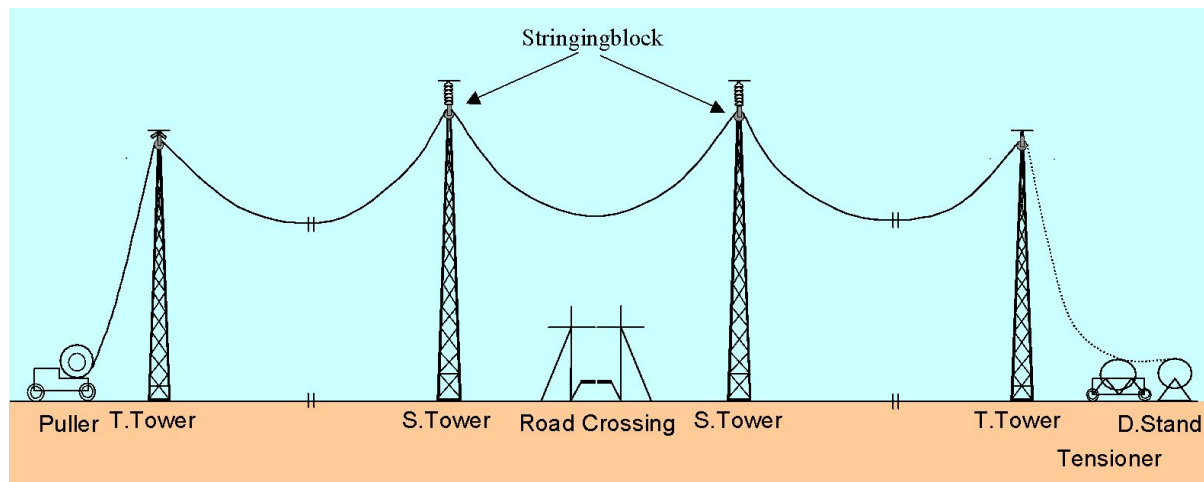




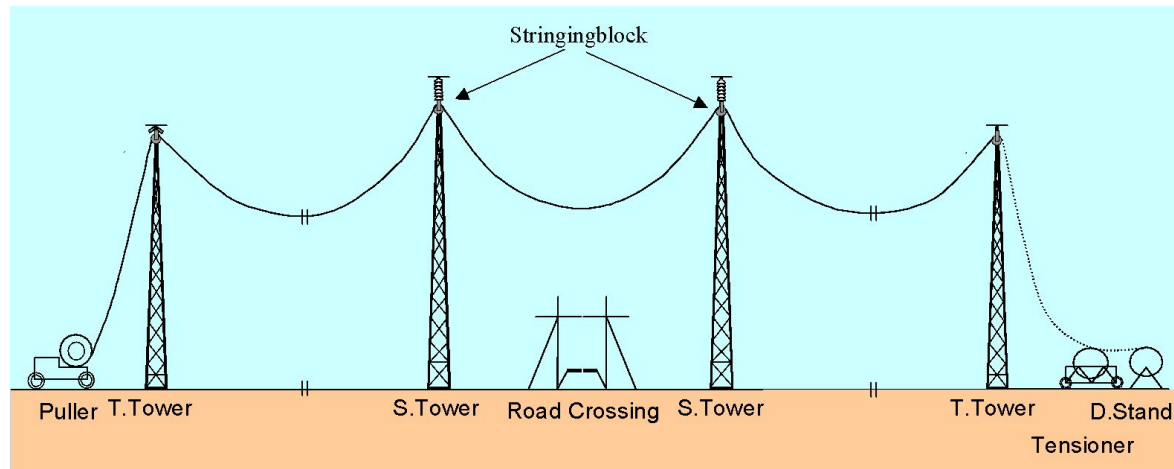
## Шаг 1: Подготовительные операции на рабочем месте



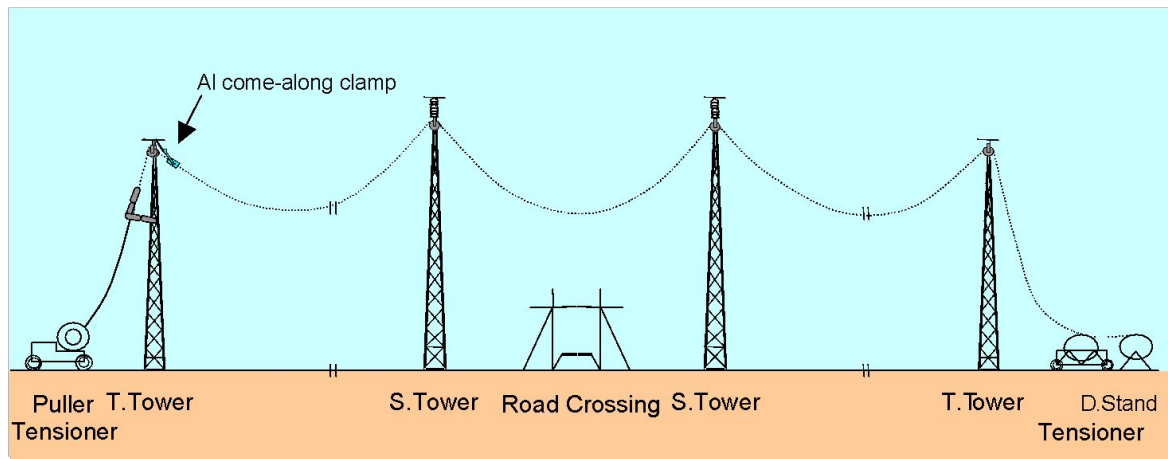
## Шаг 2: Установка монтажного ролика



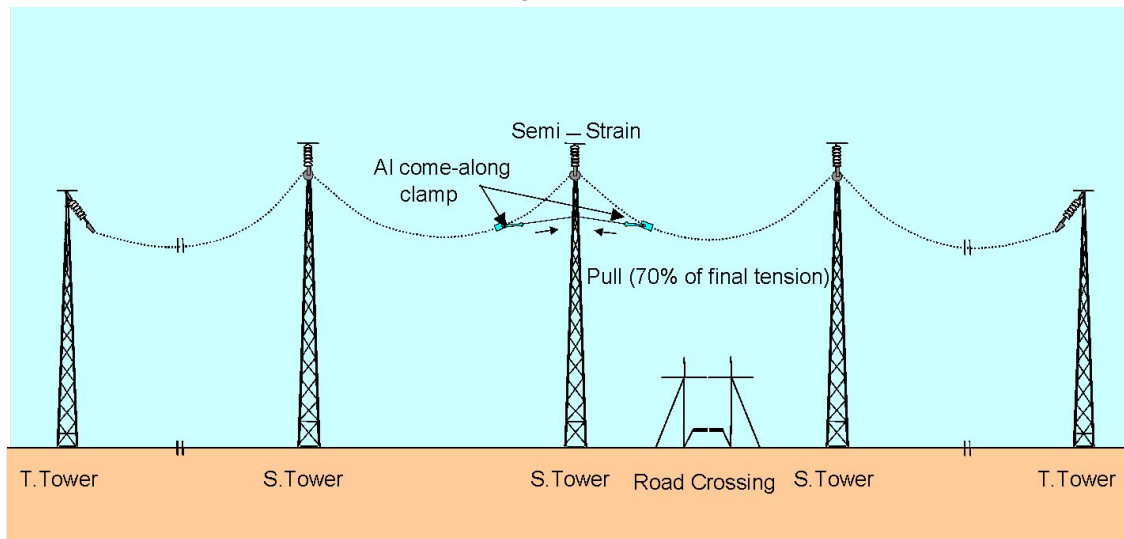
## Шаг 3: Раскатка нового провода (Провод с зазором)



## Шаг 4: Стадия предварительной регулировки стрелы провеса провода посредством алюминиевого монтажного клинового зажима



## Шаг 5: Стадия предварительной регулировки стрелы провеса провода (на полуанкерной опоре)



## Шаг 6: Регулировка стрелы провеса провода

