

Инновационные
продукты

Неизолированные провода нового поколения



Мы делаем
вашу жизнь
светлее!

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ АО «ЛЮДИНОВОКАБЕЛЬ»

- Год образования АО «Людиновкабель» – 1993.
- Предприятие расположено в г. Людиново Калужской области.
- В настоящее время численность работников составляет более 500 чел.
- Номенклатура производства превышает 5000 наименований.
- Входит в перечень предприятий Минпромторга, оказывающих существенное влияние на отрасли промышленности.
- Является членом ассоциации НП «Электрокабель», Международной Ассоциации «Интеркабель», инициатор и активный участник проекта «Кабель без опасности».
- Стратегическим направлением компании является разработка инновационных продуктов, направленных на сокращение электросетевыми организациями затрат при проектировании, строительстве и эксплуатации инфраструктуры энергоснабжения и связи, а также повышение пропускной способности линий электропередач, их надежности и простоты обслуживания.



РАБОТАЯ С «ЛЮДИНОВОКАБЕЛЬ» ВЫ ПОЛУЧАЕТЕ

- Обоснованный выбор решения под задачу.
- Современные инновационные решения для всех задач сетей.
- Качественное производство. Наши специалисты аккумулируют опыт мировых лидеров в производстве КПП. Подтверждение:
 - ISO сертификация производства;
 - Обязательная и отраслевая аттестация продукции;
 - Оборудованная лаборатория и ОТК;
 - Расширенная гарантия на продукцию;
 - Участие в проекте «Кабель без опасности»;
 - Посетите наш завод и убедитесь сами!
- Отработанная логистика по всей территории РФ.
- Мы закрываем 100% номенклатурного ряда заявки, укомплектовывая заказ арматурой, материалами, инструментами.
- Техническое сопровождение монтажа в части новых типов проводов.

УВЕРЕННОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ!

РЕШЕНИЯ ЛЮДИНОВОКАБЕЛЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Поддержание тренда ПАО «Россети» на создание современной электросетевой архитектуры путем создания новых продуктов и решений, повышающих надежность передачи электроэнергии и информации, с использованием российских и локализованных технологий.

Провод ACCR LC – Техперевооружение/реконструкция ВЛ в рамках жестких ограничений и самых высоких требований к надежности.

Людиновокабель и компания **3M** в 2012 году заключили договор о локализации производства композитного провода ACCR на производственных мощностях Людиновокабель по результатам конкурсного отбора среди ведущих предприятий кабельной отрасли РФ.

Провод ACFR – Техперевооружение/реконструкция и новое строительство ВЛ.

АО «Людиновокабель» и компания Tokyo Rope Int. (TRI)  **TRI** TOKYO ROPE INTERNATIONAL в 2018 году заключили договор о производстве композитного провода ACFR на базе сердечника CFCC производства TRI на заводе Людиновокабель. Провода разработаны специалистами Людиновокабель.

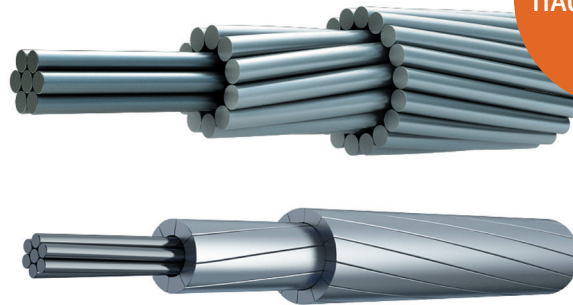
Провод «Сенилек» – новое строительство ВЛ и реконструкция.

Собственная разработка Людиновокабель 2014г. – провода повышенной прочности (+15% к АС) и пропускной способности (до 2х раз к АС) торговой марки «Сенилек».

**ПИРАМИДА
РЕШЕНИЙ ДЛЯ
ЛЮБЫХ ЗАДАЧ
В ОБЛАСТИ
ВОЗДУШНЫХ ЛЭП**

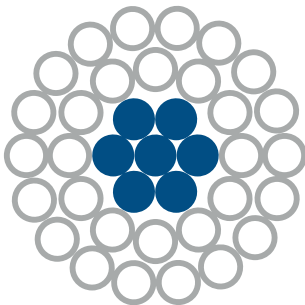


ПРОВОД СЕНИЛЕК



Аттестован
ПАО «Россети»
с 2017 г.

АС



● Гальванизированная сталь

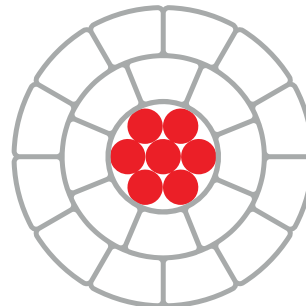
Прочность	1350 Мпа
Плотность	7.8 g/cm ³
СТЕ	12.0 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	200 Гпа

● Упроченные 1350 Н19
Алюминиевые проволоки

🌡 до 90°C

○ Пропускная способность ограничена температурой нагрева провода и его стрелой

СЕНИЛЕК



● Гальванизированная сталь повышенной прочности

Прочность	1750 Мпа
Плотность	7.8 g/cm ³
СТЕ	12.0 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	190 Гпа

● Термоупроченные
Алюминиевые проволоки АТЗ

🌡 до 210°C длительно

- Надежный дизайн, как и у АС
- Выше допустимая температура → ~ в 2 раза выше допустимый ток
- Выше прочность на 15-20%
- Круглая и профильная формы проволок

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕНИЛЕК

Сердечник из высокопрочных стальных гальванизированных проволок. Прочность на 15-20% выше, чем у АС.

Круглые проволоки верхних повивов. Трапециевидные проволоки верхних повивов – снижение диаметра провода до 10-15%.

Алюминий-циркониевый сплав ZTAL с рабочей температурой 210°C. Пропускная способность выше – до 200%, снимает ограничения при плавке гололеда.

Улучшенные свойства каждого компонента и особенность технологии производства в сумме дают существенное улучшение конечного продукта – дополнительные потребительские свойства.

При строительстве новой ВЛ

Дает возможность увеличить расстояние между опорами на 10-15%.

Создать запас по пропускной способности ВЛ в условиях неопределенности по нагрузке в будущем.

Увеличение I доп при организации плавки гололеда на ВЛ.

При реконструкции ВЛ

Решить проблемы с устранением массового негабарита до 1,5 м.

Увеличить пропускную способность до двух раз путем замены провода без перехода на большее сечение (идеально при высоких N-1).

Меньший диаметр и гладкий профиль провода способствуют уменьшению аэродинамической и гололедной нагрузки.

ПРИМЕР:**СТРОИТЕЛЬСТВО ВЛ 220 кВ 1 ЦЕПЬ.
ТЭ СРАВНЕНИЕ****ЗАДАЧА**

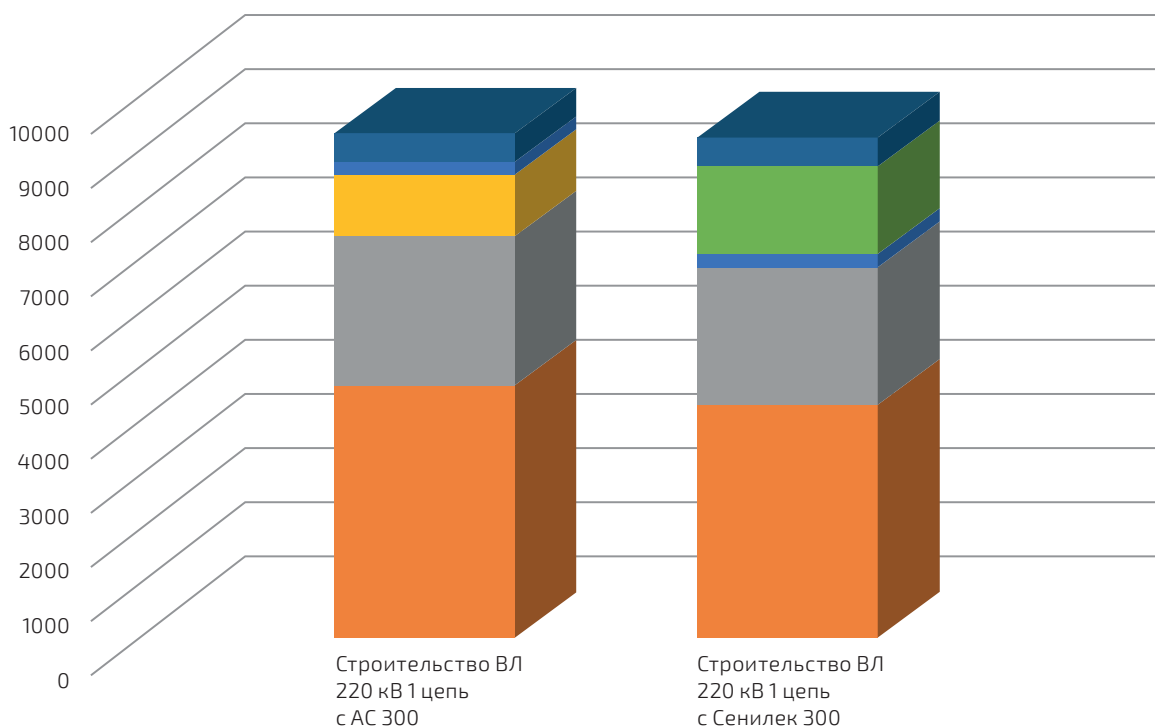
Новое строительство ВЛ 220 кВ, 1 цепь.
Провод АС 300 достаточен по характеристикам.

РЕШЕНИЕ

При использовании проводов новых конструкций основное преимущество – увеличение габаритного пролета.

Провод Сенилек 300 позволяет снизить количество опор на 7,7%.

Оценка только затрат на СМР показывает что решение с Сенилек на 1-2% дешевле. Но здесь не учтены стоимость землеотвода, доставка и пр. Таким образом очевидна выгода использования проводов Сенилек особенно для длинных линий.

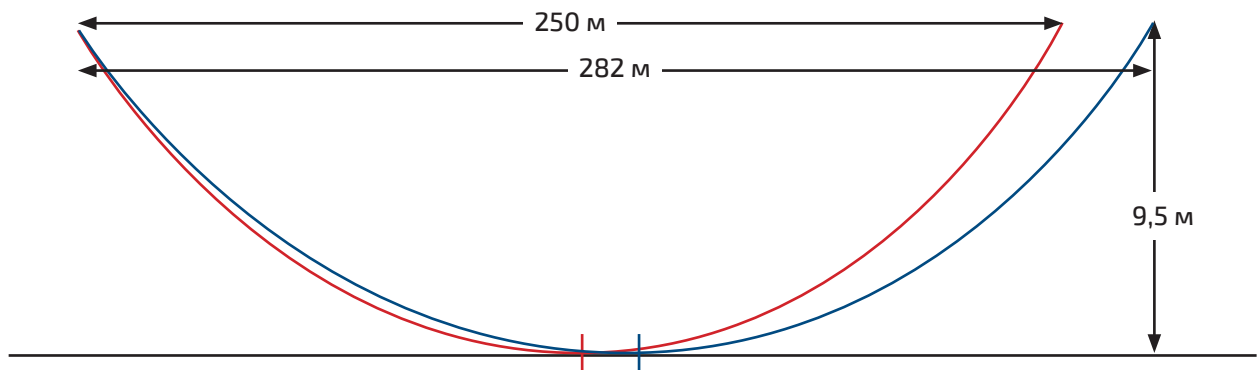
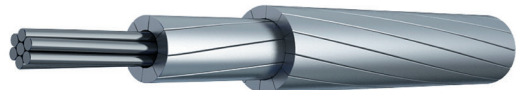


- Л10 - УНЦ гирлянд, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л8 - УНЦ провода повышенной пропускной способности, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л6 - УНЦ грозотроса, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л5 - УНЦ провода АС, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л3 - УНЦ опор, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л1 - УНЦ СМР без опор и провода, тыс. р без НДС на 01.01.2018

Оценка по УНЦ в части объектов электросетевого хозяйства, утвержденных приказом Минэнерго №10 от 17 января 2019г.

ПРИМЕР:

УВЕЛИЧЕНИЕ ДЛИНЫ ПРОЛЕТОВ

АС
185/29СЕНИЛЕК
АТЗП/С 185/29

Провод	Диаметр, мм	Вес, кг/км	Прочность, Н	Дл.-доп. ток, А
АС 185/29	18,8	728	60 870	510
Сенилек АТЗП/С 185/29	17,1	737	72 440	942

В равных условиях габаритный пролет может быть увеличен с 250 до 282 метров (на 13%). Для условной ВЛ 110 кВ длиной 100 км это приведет к уменьшению количества опор на ~ 58 штук.

Прямая экономия ~ $58 \cdot 0,8 \text{ М} = 46,4 \text{ М руб.}$

Косвенная экономия:

- Стоимость землеотвода (САРЕХ/ОРЕХ)
- Стоимость доставки
- Стоимость эксплуатации (ОРЕХ)

УСЛОВИЯ РАСЧЕТА:

Гололед: 20мм

Ветер: 800 Па

Температура: от -40 до +40°C

t° монтажа: +10°C

Расчет тока:

Ветер: 0,6 м/с, перепенд.

t° возд.: +25°C

Коэффициент изл./погл.: 0,5

Приведенный пролет: от 250 м

Ограничение по опорам: 35 кН (У-110-2)

Ограничение по проводу:

45% от прочности провода (ПУЭ)

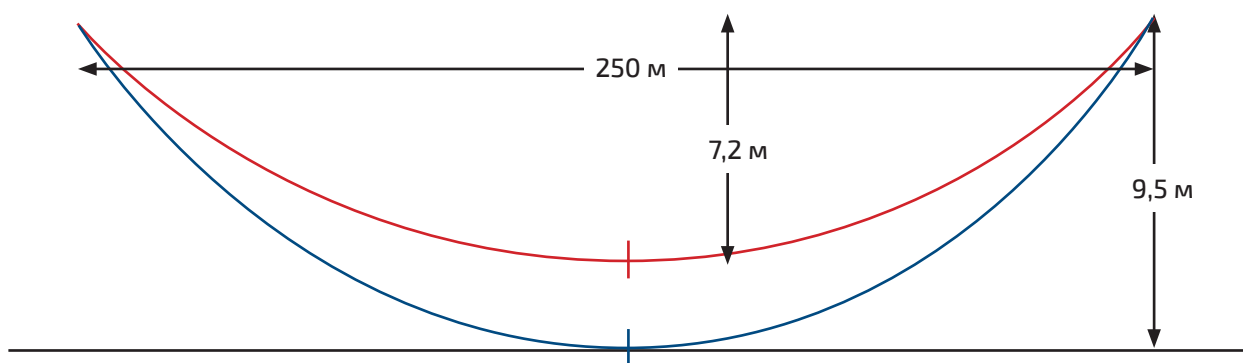
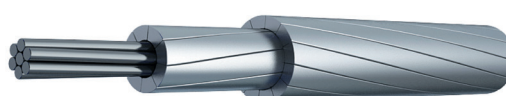
ПРИМЕР:

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЛ В БУДУЩЕМ

АС
185/29



СЕНИЛЕК
АТЗП/С 185/29



Провод	Диаметр, мм	Вес, кг/км	Прочность, Н	Дл.-доп. ток, А
АС 185/29	18,8	728	60 870	510
Сенилек АТЗП/С 185/29	17,1	737	72 440	942

В ослабленном виде (монтажное тяжение 8кН), макс стрела 9,5 м, проп. способность = 510А – синяя линия. При необходимости путем подтяжки до 12 кН монтажного тяжения (оранжевая линия) пропускная способность увеличится до 900 А (190°C) (76%) при соблюдении прежней максимальной стрелы (габарита).



Для условной 1-цепной ВЛ 110 кВ длиной 30 км стоимость увеличения ее пропускной способности с 500 до 900 А может быть оценена в 180-300 млн. руб. (СМР только) в зависимости от решения и ограничений. Стоимость работ по «подтяжке» – 3-5 млн. руб.

УСЛОВИЯ РАСЧЕТА:

Гололед: 20 мм

Ветер: 800 Па

Температура: от -40 до +40°C

t° монтажа: +10°C

Расчет тока:

Ветер: 0,6 м/с, перепенд.

t° возд.: +25°C

Коэффициент изл./погл.: 0,5

Приведенный пролет: от 250 м

Ограничение по опорам: 35 кН (У-110-2)

Ограничение по проводу:

45% от прочности провода (ПУЭ)

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДА СЕНИЛЕК

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПО ТОКУ НОВЫХ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП:

- до двух раз;
- выполнение самых высоких требований по надежности сети N-1, N-2.

ЭКОНОМИЯ ВРЕМЕНИ И ДЕНЕГ:

- сокращение затрат на строительство (длина пролетов) – до 15%;
- сокращение стоимости владения (при быстром росте потребления в будущем для территорий опережающего развития);
- Быстро и дешево решает вопрос массовых негабаритов;
- Арматура российских производителей (МЗВА, ЭССП, ТЭМЗ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛНОСТЬЮ РОССИЙСКОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА:

- Способствует развитию и снижению стоимости новых решений.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, АТТЕСТАЦИЯ И ТМ СЕНИЛЕК

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ РФ:

- ВЛ 150 кВ «ПС 53 – ПС Мурманская» (МРСК Северо-Запада) провод АТЗ/С 240/39;
- ВЛ 150 кВ «Белокаменка» (МРСК Северо-Запада) провод АТЗП/С 150/34;
- ВЛ 110 кВ – реконструкция перехода через р. Енисей по ж/д мосту (МРСК Сибири) АТЗП/С 185/29;
- ВЛ 10 кВ «от ПС Красный Октябрь по ТП 10 кВ агрокомплекса Восточный» (Бештау) провод АТЗ/С 95/16.

РЕАЛИЗОВАННЫЕ ПРОЕКТЫ ЭКСПОРТ:

- «Реконструкция двухцепной ВЛ-35кВ. «Сабуртало-1» , Сабуртало-3 отр ПС «Дидубе» до ПС «Сабуртало-1» в электрических сетях АО «Теласи» (Грузия);
- «Реконструкция двухцепной ВЛ-35кВ. «Сабуртало-2 Сабуртало-4 от ПС Дидубе» до ПС «Санapiro» в электрических сетях АО «Теласи» (Грузия).

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ ПРОВОДА СЕНИЛЕК АТЗ/С ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА 25°C

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
СЕНИЛЕК АТЗ/С70/11	210	501
СЕНИЛЕК АТЗ/С95/16	210	627
СЕНИЛЕК АТЗ/С120/19	210	724
СЕНИЛЕК АТЗ/С150/24	210	846
СЕНИЛЕК АТЗ/С150/34	210	847
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/24	210	981
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/29	210	964
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/43	210	988
СЕНИЛЕК АТЗ/С240/32	210	1175
СЕНИЛЕК АТЗ/С240/39	210	1154
СЕНИЛЕК АТЗ/С300/39	210	1354
СЕНИЛЕК АТЗ/С300/67	210	1333
СЕНИЛЕК АТЗ/С400/51	210	1621
СЕНИЛЕК АТЗ/С500/64	210	1880

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ ПРОВОДА СЕНИЛЕК АТЗП/С ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА 25°C

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
СЕНИЛЕК АТЗП/С120/19	210	706
СЕНИЛЕК АТЗП/С150/24	210	818
СЕНИЛЕК АТЗП/С150/34	210	827
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/24	210	939
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/29	210	942
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/43	210	953
СЕНИЛЕК АТЗП/С210/51	210	1040
СЕНИЛЕК АТЗП/С240/32	210	1119
СЕНИЛЕК АТЗП/С240/39	210	1122
СЕНИЛЕК АТЗП/С300/39	210	1293
СЕНИЛЕК АТЗП/С300/67	210	1328
СЕНИЛЕК АТЗП/С400/51	210	1573
СЕНИЛЕК АТЗП/С500/64	210	1830

Длительно допустимые токи рассчитаны по стандарту МЭК 61597 «Методы расчета неизолированных скрученных проводов», скорость ветра 0.6 м/с, коэффициенты поглощения и излучения 0.5, интенсивность солнечного излучения 1000 Вт/м². Указанные значения длительно допустимых токов являются справочными.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА СЕНИЛЕК АТЗ/С

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²			
	Общий диаметр провода d , мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	начальный	вытяжки	выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СЕНИЛЕК АТЗ/С70/11	11,4	79,3	11,3	276	27543	75,78	60,71	200	76,66
СЕНИЛЕК АТЗ/С95/16	13,5	111,3	15,9	385	38001	75,83	60,76	200	76,71
СЕНИЛЕК АТЗ/С120/19	15,2	136,8	18,8	471	48261	74,02	59,97	200	74,93
СЕНИЛЕК АТЗ/С150/24	17,1	173,2	24,2	599	61625	74,31	60,31	200	75,26
СЕНИЛЕК АТЗ/С150/34	17,5	181,3	34,3	675	73363	81,37	67,50	200	82,43
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/24	18,9	211,2	24,2	705	68176	70,72	56,65	200	71,62
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/29	18,8	210,0	29,0	728	71804	73,99	60,07	200	75,02
СЕНИЛЕК АТЗ/С185/43	19,6	228,1	43,1	846	92234	81,27	67,46	200	82,39
СЕНИЛЕК АТЗ/С240/32	21,6	275,7	31,7	921	86446	70,69	56,71	200	71,67
СЕНИЛЕК АТЗ/С240/39	21,6	274,6	38,6	952	94726	74,26	60,43	200	75,38
СЕНИЛЕК АТЗ/С300/39	24,0	339,6	38,6	1132	103705	69,84	56,52	200	70,53
СЕНИЛЕК АТЗ/С300/67	24,5	355,8	67,3	1323	143957	81,21	67,49	200	82,43
СЕНИЛЕК АТЗ/С400/51	27,5	445,1	51,1	1490	139466	70,60	56,69	200	71,65
СЕНИЛЕК АТЗ/С500/64	30,6	553,5	63,5	1852	173376	70,70	56,67	200	71,64

Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град		Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, °С, Ом/км			Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	20	150	210			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11,5	18,6	156	104	0,4284	0,7163	0,8294	0,845	0,0040	221
11,5	18,6	154	102	0,3054	0,5105	0,5912	0,959	0,0040	307
11,5	18,8	159	106	0,2481	0,3771	0,4366	1,057	0,0040	378
11,5	18,7	160	107	0,1965	0,2992	0,3465	1,146	0,0040	479
11,5	17,7	182	121	0,1991	0,3033	0,3512	1,166	0,0040	513
11,5	19,3	145	97	0,1565	0,2387	0,2763	1,235	0,0040	581
11,5	18,8	154	103	0,1617	0,2463	0,2852	1,230	0,0040	584
11,5	17,7	182	121	0,1582	0,2410	0,2791	1,269	0,0040	643
11,5	19,3	141	94	0,1200	0,1835	0,2124	1,365	0,0040	759
11,5	18,7	155	103	0,1240	0,1893	0,2192	1,365	0,0040	762
11,5	19,3	137	92	0,0973	0,1492	0,1727	1,477	0,0040	934
11,5	17,7	182	121	0,1015	0,1553	0,1798	1,500	0,0040	1005
11,5	19,3	141	94	0,0747	0,1185	0,1372	1,636	0,0040	1228
11,5	19,3	141	94	0,0600	0,0962	0,1114	1,772	0,0040	1526

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА СЕНИЛЕК АТЗП/С

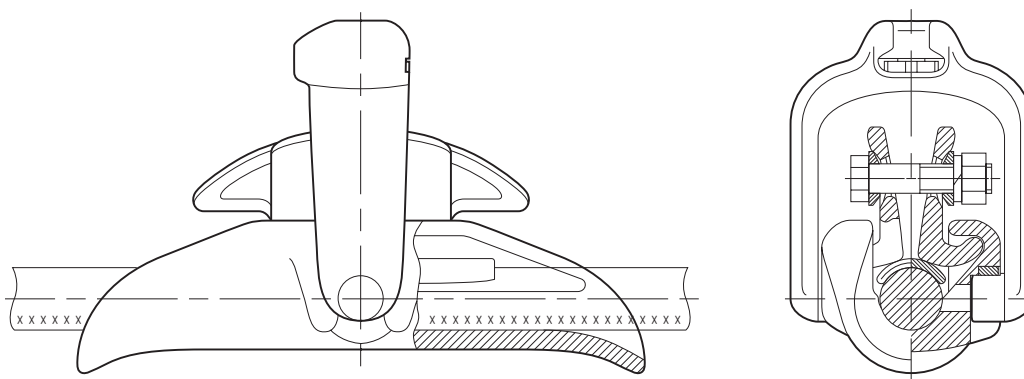
Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²			
	Общий диаметр провода d , мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	начальный	вытяжки	выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СЕНИЛЕК АТЗП/С120/19	13,8	138,5	18,8	478	48554	73,86	59,73	200	74,68
СЕНИЛЕК АТЗП/С150/24	15,5	172,8	24,2	599	61556	74,47	60,36	200	75,30
СЕНИЛЕК АТЗП/С150/34	16,0	183,0	34,3	679	73656	81,18	67,24	200	82,17
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/24	17,0	206,2	24,2	692	67314	71,12	57,06	200	72,01
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/29	17,1	213,7	29,0	737	72442	73,74	59,72	200	74,67
СЕНИЛЕК АТЗП/С185/43	17,8	227,2	43,1	845	92079	81,43	67,57	200	82,51
СЕНИЛЕК АТЗП/С210/51	19,2	261,4	51,1	980	107796	82,26	68,41	200	83,35
СЕНИЛЕК АТЗП/С240/32	19,3	271,7	31,7	909	83980	71,03	56,96	200	71,92
СЕНИЛЕК АТЗП/С240/39	19,5	278,0	38,6	963	95313	74,19	60,18	200	75,13
СЕНИЛЕК АТЗП/С300/39	21,5	335,7	38,6	1121	103062	69,75	56,71	200	70,53
СЕНИЛЕК АТЗП/С300/67	22,6	366,1	67,3	1351	145733	80,58	66,72	200	81,66
СЕНИЛЕК АТЗП/С400/51	24,8	451,6	51,1	1510	140586	70,56	56,45	200	71,41
СЕНИЛЕК АТЗП/С500/64	27,7	564,5	63,5	1885	175272	70,46	56,35	200	71,31

Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град		Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, °С, Ом/км			Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	20	150	210			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11,5	18,8	158	105	0,2446	0,3717	0,4304	0.975	0,0040	384
11,5	18,7	160	107	0,1970	0,3000	0,3474	1.064	0,0040	479
11,5	17,8	181	121	0,1969	0,2995	0,3468	1.090	0,0040	517
11,5	19,3	147	98	0,1608	0,2450	0,2837	1.141	0,0040	568
11,5	18,8	153	102	0,1585	0,2414	0,2795	1.146	0,0040	592
11,5	17,7	182	122	0,1590	0,2419	0,2801	1.181	0,0040	641
11,5	17,6	186	111	0,1392	0,2116	0,2450	1,250	0,0040	483
11,5	19,3	139	93	0,1220	0,1861	0,2155	1.254	0,0040	747
11,5	18,7	154	103	0,1223	0,1866	0,2161	1.264	0,0040	772
11,5	19,3	138	92	0,0985	0,1510	0,1748	1.360	0,0040	923
11,5	17,8	179	119	0,0980	0,1494	0,1729	1.412	0,0040	1032
11,5	19,4	140	93	0,0735	0,1124	0,1302	1.514	0,0040	1247
11,5	19,4	140	93	0,0587	0,0903	0,1046	1.645	0,0040	1557

ПРЕССУЕМАЯ АРМАТУРА

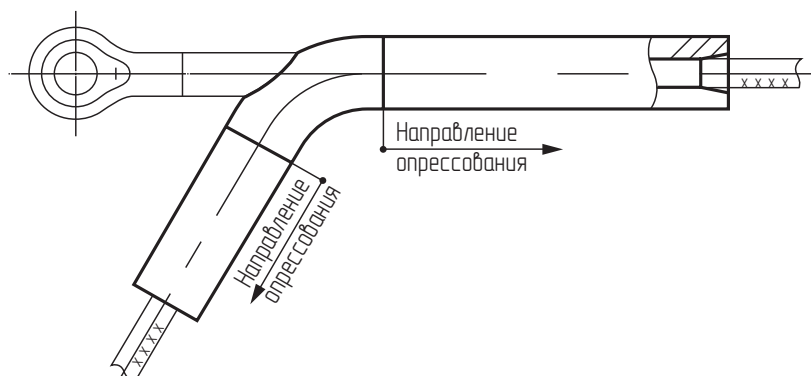
ЗАЖИМЫ ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ

Предназначены для крепления неизолированных проводов «СЕНИЛЕК» к изолирующим подвескам. Провод с установленным на нем протектором, укладывается в желоб лодочки, конфигурация которого исключает повреждение провода в зажиме, прижимается плашкой, которая обеспечивает равномерное обжатие провода в зажиме. Протектор изготавливается из проволоки, изготовленных из специального сплава. Прочность заделки проводов в зажиме не менее 8% от разрывного усилия провода.



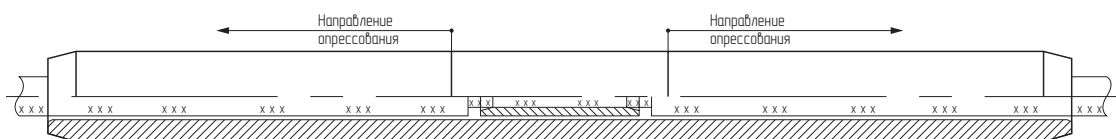
ЗАЖИМЫ НАТЯЖНЫЕ ПРЕССУЕМЫЕ

Предназначены для монтажа неизолированных проводов «СЕНИЛЕК». Корпус зажима изготавливается из трубы специального сплава и специального профиля, анкер, предназначенный для соединения стального сердечника провода, имеет размеры проушины по ГОСТ 11359-75. Прочность заделки проводов не менее 95 % от разрывного усилия провода.



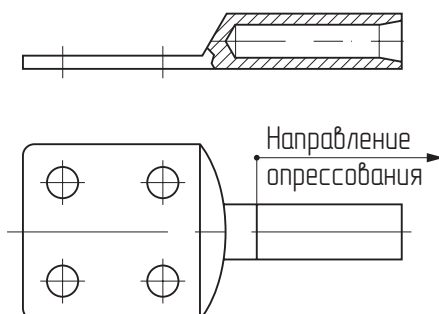
ЗАЖИМЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕССУЕМЫЕ

Предназначены для соединения неизолированных проводов «СЕНИЛЕК». Корпус зажима изготавливается из трубы специального сплава, специального профиля, втулка, предназначенная для соединения стального сердечника провода, имеет профиль сечения, аналогичный профилю корпуса. Корпус и втулка соединительного зажима монтируются на проводе опрессовыванием шестигранными матрицами на гидравлических прессах. Прочность заделки проводов не менее 95 % от разрывного усилия провода.



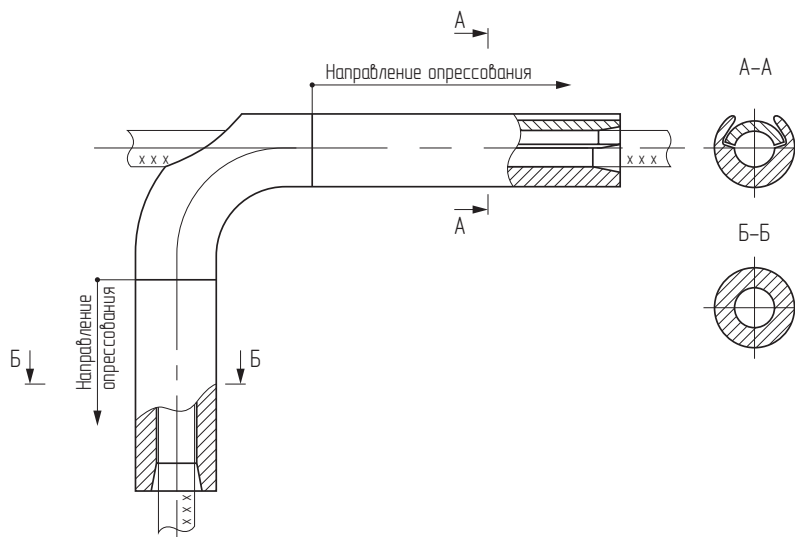
ЗАЖИМЫ АППАРАТНЫЕ ПРЕССУЕМЫЕ

Предназначены для присоединения одного провода к выводам аппаратов при монтаже открытых распределительных устройств.



ЗАЖИМЫ РАЗЪЕМНЫЕ ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ ПРЕССУЕМЫЕ

Предназначены для ответвления от магистрального провода без его разрезания, а также для ответвления от системы на подстанциях со смонтированной ошиновкой.



ПРЕССУЕМАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПРОВОДОВ МАРКИ АТЗ/С

Номинальное сечение, мм ²	Диаметр провода, мм	Длительно допустимый ток, А	Обозначение зажимов				
			Соединительные	Натяжные	Поддерживающие	Ответвительные	Аппаратные
70/11	11,4	3,8	САТЗ/С-70-1	НАТЗ/С-70-1	ПГАТЗ/С-70-1	РОАТЗ/С-70-1	А4АТЗ/С-70-1
95/16	13,5	4,5	САТЗ/С-95-1	НАТЗ/С-95-1	ПГАТЗ/С-95-1	РОАТЗ/С-95-1	А4АТЗ/С-95-1
120/19	15,2	5,6	САТЗ/С-120-1	НАТЗ/С-120-1	ПГАТЗ/С-120-1	РОАТЗ/С-120-1	А4АТЗ/С-120-1
150/24	17,1	6,3	САТЗ/С-150-1	НАТЗ/С-150-1	ПГАТЗ/С-150-1	РОАТЗ/С-150-1	А4АТЗ/С-150-1
150/34	17,5	7,5	САТЗ/С-150-2	НАТЗ/С-150-2	ПГАТЗ/С-150-2	РОАТЗ/С-150-2	А4АТЗ/С-150-2
185/24	18,9	6,3	САТЗ/С-185-1	НАТЗ/С-185-1	ПГАТЗ/С-185-1	РОАТЗ/С-185-1	А4АТЗ/С-185-1
185/29	18,8	6,9	САТЗ/С-185-2	НАТЗ/С-185-2	ПГАТЗ/С-185-2	РОАТЗ/С-185-2	А4АТЗ/С-185-2
185/43	19,6	8,4	САТЗ/С-185-3	НАТЗ/С-185-3	ПГАТЗ/С-185-3	РОАТЗ/С-185-3	А4АТЗ/С-185-3
240/32	21,6	7,2	САТЗ/С-240-1	НАТЗ/С-240-1	ПГАТЗ/С-240-1	РОАТЗ/С-240-1	А4АТЗ/С-240-1
240/39	21,6	8,0	САТЗ/С-240-2	НАТЗ/С-240-2	ПГАТЗ/С-240-2	РОАТЗ/С-240-2	А4АТЗ/С-240-2
300/39	24,0	8,0	САТЗ/С-300-1	НАТЗ/С-300-1	ПГАТЗ/С-300-1	РОАТЗ/С-300-1	А4АТЗ/С-300-1
300/67	24,5	10,5	САТЗ/С-300-2	НАТЗ/С-300-2	ПГАТЗ/С-300-2	РОАТЗ/С-300-2	А4АТЗ/С-300-2
400/51	27,5	9,2	САТЗ/С-400-1	НАТЗ/С-400-1	ПГАТЗ/С-400-1	РОАТЗ/С-400-1	А4АТЗ/С-400-1
500/64	30,6	10,2	САТЗ/С-500-1	НАТЗ/С-500-1	ПГАТЗ/С-500-1	РОАТЗ/С-500-1	А4АТЗ/С-500-1

ПРЕССУЕМАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПРОВОДОВ МАРКИ АТЗП/С

120/19	13,8	5,6	САТЗП/С-120-1	НАТЗП/С-120-1	ПГАТЗП/С-120-1	РОАТЗП/С-120-1	А4АТЗП/С-120-1
150/24	15,5	6,3	САТЗП/С-150-1	НАТЗП/С-150-1	ПГАТЗП/С-150-1	РОАТЗП/С-150-1	А4АТЗП/С-150-1
150/34	16,0	7,5	САТЗП/С-150-2	НАТЗП/С-150-2	ПГАТЗП/С-150-2	РОАТЗП/С-150-2	А4АТЗП/С-150-2
185/24	17,0	6,3	САТЗП/С-185-1	НАТЗП/С-185-1	ПГАТЗП/С-185-1	РОАТЗП/С-185-1	А4АТЗП/С-185-1
185/29	17,1	6,9	САТЗП/С-185-2	НАТЗП/С-185-2	ПГАТЗП/С-185-2	РОАТЗП/С-185-2	А4АТЗП/С-185-2
185/43	17,8	8,4	САТЗП/С-185-3	НАТЗП/С-185-3	ПГАТЗП/С-185-3	РОАТЗП/С-185-3	А4АТЗП/С-185-3
210/51	19,2	9,2	САТЗП/С-210-1	НАТЗП/С-210-1	ПГАТЗП/С-210-1	РОАТЗП/С-240-1	А4АТЗП/С-240-1
240/32	19,3	7,2	САТЗП/С-240-1	НАТЗП/С-240-1	ПГАТЗП/С-240-1	РОАТЗП/С-240-1	А4АТЗП/С-240-1
240/39	19,5	8,0	САТЗП/С-240-2	НАТЗП/С-240-2	ПГАТЗП/С-240-2	РОАТЗП/С-240-2	А4АТЗП/С-240-2
300/39	21,5	8,0	САТЗП/С-300-1	НАТЗП/С-300-1	ПГАТЗП/С-300-1	РОАТЗП/С-300-1	А4АТЗП/С-300-1
300/67	22,6	10,5	САТЗП/С-300-2	НАТЗП/С-300-2	ПГАТЗП/С-300-2	РОАТЗП/С-300-2	А4АТЗП/С-300-2
400/51	24,8	9,2	САТЗП/С-400-1	НАТЗП/С-400-1	ПГАТЗП/С-400-1	РОАТЗП/С-400-1	А4АТЗП/С-400-1
500/64	27,7	10,2	САТЗП/С-500-1	НАТЗП/С-500-1	ПГАТЗП/С-500-1	РОАТЗП/С-500-1	А4АТЗП/С-500-1
500/64	30,6	10,2	САТЗ/С-500-1	НАТЗ/С-500-1	ПГАТЗ/С-500-1	РОАТЗ/С-500-1	А4АТЗ/С-500-1

К сцепной и защитной арматуре не предъявляются специальных требований. Поэтому она может применяться любая стандартная.

При монтаже проводов марки «СЕНИЛЕК» допускается использовать арматуру, предназначенную для сталеалюминиевых проводов марки АС с учетом ограничений, накладываемых характеристиками данной арматуры и если в процессе эксплуатации провода проектом не предусматривается использование его высокотемпературных свойств и повышенной по отношению к АС того же сечения прочности.

СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА

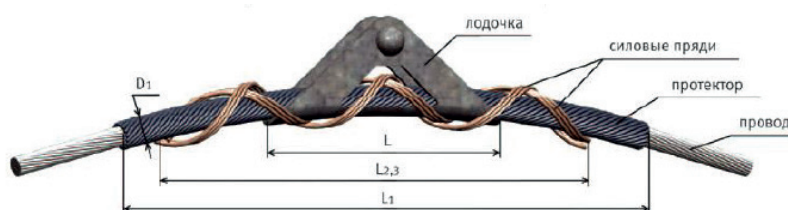
Для монтажа проводов АТЗ/С и АТЗП/С может применяться следующая спиральная арматура ЭССП, изготавливаемая по ТУ 3449-002-27560230-06.

ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ АРМАТУРА

Зажимы марки ПС-ДпрП-14 предназначены для организации поддерживающего крепления провода, а также для ремонта провода в поддерживающем зажиме при повреждении до 34% токоведущего сечения.

Зажимы марки ПС-ДпрП-24 предназначены для ремонта провода в поддерживающем зажиме при повреждении до 100% токоведущего сечения при неповреждённом стальном сердечнике.

Зажимы марки ПС-ДпрП-34 предназначены для ремонта провода в поддерживающем зажиме при повреждении до 100% токоведущего сечения и при повреждении стального сердечника до 20%.



НАТЯЖНАЯ АРМАТУРА

Зажимы натяжные спиральные марки НС-Дпр-34, состоящие из сдвоенной силовой пряди, предназначены для анкерного крепления проводов.



СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

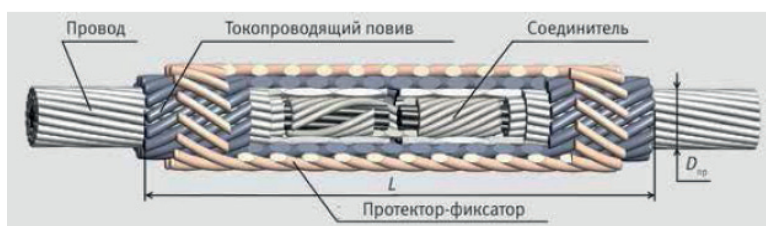
Зажим марки СС-Дпр-14 предназначен для соединения в пролёте двух строительных длин провода.

Зажим марки СС-Дпр-24 предназначен для ремонта провода в пролёте при повреждении до 100% токоведущего сечения при неповреждённом стальном сердечнике.

Зажим марки СС-Дпр-34 предназначен для ремонта провода в пролёте при повреждении до 100% токоведущего сечения и при повреждении стального сердечника до 20%.

Зажим марки СС-Дпр-24(ПГН) предназначен для ремонта провода в поддерживающем зажиме типа ПГН при повреждении до 100% токоведущего сечения при неповреждённом стальном сердечнике.

Зажим марки СС-Дпр-34(ПГН) предназначен для ремонта провода в поддерживающем зажиме типа ПГН при повреждении до 100% токоведущего сечения и при повреждении стального сердечника до 20%.



РЕМОНТНАЯ АРМАТУРА

Зажим ремонтный марки РС-Дпр-04 предназначен для ремонта провода в поддерживающем зажиме при повреждении до 34 % сечения алюминиевых повивов.

ШЛЕЙФОВАЯ АРМАТУРА

Зажим марки ШС-Дпр-04 предназначен для соединения строительных длин провода в шлейфе анкерных и анкерно-угловых опор на ВЛ до 500 кВ.

Зажим марки ШС-Дпр-24 предназначен для соединения строительных длин провода в шлейфе анкерных и анкерно-угловых опор на ВЛ 500 кВ и выше.

Зажим марки ШС-Дпр1/Дпр2-04 для соединения строительных длин проводов различных диаметров и/или конструкций в шлейфе анкерных и анкерно-угловых опор.

ОТВЕТВИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Зажимы ответвительные марки ШСО-Дпр1/Дпр2-24 предназначены для соединения магистрального провода с ответвительным проводом. Магистральный провод при этом не разрезается. Также возможно соединение с проводами других диаметров и/или конструкций. Важно! В маркировке зажима первым указывается диаметр магистрального провода (Дпр1), а вторым – ответвляемого (Дпр2). Если осуществляется ответвление одинаковых проводов, то в маркировке указываются диаметр провода два раза.



СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПРОВОДОВ МАРКИ АТЗ/С

Тип зажима/ марка провода	Натяжной	Поддерживающий	Соединительный
1	2	3	4
АТЗ/С 70/11	НС-11,4-04(26)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-11,4П-14-ТРИАС ПС-11,4П-24-АТЗ/С-ТРИАС	СС-11,4-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-11,4-24-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 95/16	НС-13,5-04(36)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-13,5П-14-ТРИАС ПС-13,5П-24-АТЗ/С-ТРИАС	СС-13,5-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-13,5-24-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 120/19	НС-15,2-04(46)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-15,2П-14-ТРИАС ПС-15,2П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-15,2П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-15,2-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-15,2-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-15,2-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 150/24	НС-17,1-04(70)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-17,1П-14-ТРИАС ПС-17,1П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-17,1П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-17,1-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-17,1-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-17,1-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 150/34	НС-17,5-04(70)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-17,5П-14-ТРИАС ПС-17,5П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-17,5П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-17,5-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-17,5-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-17,5-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 185/24	НС-18,8/18,9- 34(70)-АТЗ/С- ТРИАС	ПС-18,8/18,9П-14-ТРИАС ПС-18,8/18,9П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-18,9П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-18,9-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-18,8/18,9-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-18,9-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 185/29	НС-18,8/18,9- 34(70)-АТЗ/С- ТРИАС	ПС-18,8/18,9П-14-ТРИАС ПС-18,8/18,9П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-18,8П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-18,8-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-18,8/18,9-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-18,8-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 185/43	НС-19,6-34(90)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-19,6П-14-ТРИАС ПС-19,6П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-19,6П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-19,6-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-19,6-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-19,6-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 240/32	НС-21,6-34(90)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-21,6П-14-ТРИАС ПС-21,6П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-21,6П-34-АТЗ/С 240/32-ТРИАС	СС-21,6-14-АТЗ/С 240/32-ТРИАС СС-21,6-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-21,6-34-АТЗ/С 240/32-ТРИАС
АТЗ/С 240/39	НС-21,6-34(90)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-21,6П-14-ТРИАС ПС-21,6П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-21,6П-34-АТЗ/С 240/39-ТРИАС	СС-21,6-14-АТЗ/С 240/39-ТРИАС СС-21,6-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-21,6-34-АТЗ/С 240/39-ТРИАС
АТЗ/С 300/39	НС-24,0- 34(100)-АТЗ/С- ТРИАС	ПС-24,0П-14-ТРИАС ПС-24,0П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-24,0П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-24,0-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-24,0-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-24,0-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 300/67	НС-24,5- 34(140)-АТЗ/С- ТРИАС	ПС-24,5П-14-ТРИАС ПС-24,5П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-24,5П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-24,5-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-24,5-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-24,5-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 400/51	НС-27,5-34(135)- АТЗ/С-ТРИАС	ПС-27,5П-14-ТРИАС ПС-27,5П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-27,5П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-27,5-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-27,5-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-27,5-34-АТЗ/С-ТРИАС
АТЗ/С 500/64	НС-30,6- 34(165)-АТЗ/С- ТРИАС	ПС-30,6П-14-ТРИАС ПС-30,6П-24-АТЗ/С-ТРИАС ПС-30,6П-34-АТЗ/С-ТРИАС	СС-30,6-14-АТЗ/С-ТРИАС СС-30,6-24-АТЗ/С-ТРИАС СС-30,6-34-АТЗ/С-ТРИАС

Шлейфовый	Ответвленный	Ремонтный	Протекторы
5	6	7	8
ШС-11,4-04-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-11,4/11,4-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-11,4-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-11,4-13-ТРИАС
ШС-13,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-13,5/13,5-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-13,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-13,5-13-ТРИАС
ШС-15,2-04-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-15,2/15,2-04-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-15,2-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-15,2-13-ТРИАС ПЗС-15,2-03-ТРИАС
ШС-17,1-04-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-17,1/17,1-24-АТЗ/С- ТРИАС	РС-17,1-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-17,1-13-ТРИАС ПЗС-17,1-03-ТРИАС
ШС-17,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-17,5/17,5-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-17,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-17,5-13-ТРИАС ПЗС-17,5-03-ТРИАС
ШС-18,8/18,9-04-АТЗ/С- ТРИАС ШС-18,9-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-18,9/18,9-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-18,8/18,9-04-АТЗ/С- ТРИАС	ПЗС-18,8/18,9-13-ТРИАС ПЗС-18,8/18,9-03-ТРИАС
ШС-18,8/18,9-04-АТЗ/С- ТРИАС ШС-18,8-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-18,8/18,8-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-18,8/18,9-04-АТЗ/С- ТРИАС	ПЗС-18,8/18,9-13-ТРИАС ПЗС-18,8/18,9-03-ТРИАС
ШС-19,6-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-19,6-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-19,6/19,6-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-19,6-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-19,6-13-ТРИАС ПЗС-19,6-03-ТРИАС
ШС-21,6-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-21,6-24-АТЗ/С 240/32-ТРИАС	ШСО-21,6/21,6-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-21,6-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-21,6-13-ТРИАС ПЗС-21,6-03-ТРИАС
ШС-21,6-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-21,6-24-АТЗ/С 240/39-ТРИАС	ШСО-21,6/21,6-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-21,6-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-21,6-13-ТРИАС ПЗС-21,6-03-ТРИАС
ШС-24,0-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-24,0-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-24,0/24,0-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-24,0-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-24,0/24,5-13-ТРИАС ПЗС-24,0/24,5-03-ТРИАС
ШС-24,5-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-24,5-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-24,5/24,5-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-24,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-24,0/24,5-13-ТРИАС ПЗС-24,0/24,5-03-ТРИАС
ШС-27,5-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-27,5-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-27,5/27,5-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-27,5-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-27,5-13-ТРИАС ПЗС-27,5-03-ТРИАС
ШС-30,6-04-АТЗ/С-ТРИАС ШС-30,6-24-АТЗ/С-ТРИАС	ШСО-30,6/30,6-24-АТЗ/ С-ТРИАС	РС-30,6-04-АТЗ/С-ТРИАС	ПЗС-30,6-13-ТРИАС ПЗС-30,6-03-ТРИАС

СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПРОВОДОВ МАРКИ АТЗП/С

Тип зажима/ марка провода	Натяжной	Поддерживающий	Соединительный
1	2	3	4
АТЗП/С 120/19	НС-13,8-34(46)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-13,8П-14-ТРИАС ПС-13,8П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-13,8П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-13,8-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-13,8-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-13,8-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 150/24	НС-15,5-34(60)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-15,5П-14-ТРИАС ПС-15,5П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-15,5П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-15,5-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-15,5-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-15,5-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 150/34	НС-16,0-34(70)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-16,0П-14-ТРИАС ПС-16,0П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-16,0П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-16,0-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-16,0-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-16,0-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 185/24	НС-17,0/17,1- 34(70)-АТЗП/С- ТРИАС	ПС-17,0/17,1П-14-ТРИАС ПС-17,0/17,1П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-17,0П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-17,0-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,0/17,1-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,0-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 185/29	НС-17,0/17,1- 34(70)-АТЗП/С- ТРИАС	ПС-17,0/17,1П-14-ТРИАС ПС-17,0/17,1П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-17,1П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-17,1-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,0/17,1-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,1-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 185/43	НС-17,8-34(90)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-17,8П-14-ТРИАС ПС-17,8П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-17,8П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-17,8-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,8-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-17,8-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 210/51	НС-19,2-34(105)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-19,2П-14-ТРИАС ПС-19,2П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-19,2П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-19,2-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-19,2-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-19,2-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 240/32	НС-19,3/19,5- 34(90)-АТЗП/С- ТРИАС	ПС-19,3/19,5П-14-ТРИАС ПС-19,3/19,5П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-19,3-34-АТЗП/С 240/32-ТРИАС	СС-19,3-14-АТЗП/С 240/32-ТРИАС СС-19,3/19,5-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-19,3-34-АТЗП/С 240/32-ТРИАС
АТЗП/С 240/39	НС-19,3/19,5- 34(90)-АТЗП/С- ТРИАС	ПС-19,3/19,5П-14-ТРИАС ПС-19,3/19,5П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-19,5П-34-АТЗП/С 240/39-ТРИАС	СС-19,5-14-АТЗП/С 240/39-ТРИАС СС-19,3/19,5-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-19,5-34-АТЗП/С 240/39-ТРИАС
АТЗП/С 300/39	НС-21,5-34(100)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-21,5П-14-ТРИАС ПС-21,5П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-21,5П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-21,5-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-21,5-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-21,5-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 300/67	НС-22,6- 34(140)-АТЗП/С 300/67-ТРИАС	ПС-22,6П-14-ТРИАС ПС-22,6П-24-АТЗП/С 300/67-ТРИАС ПС-22,6П-34-АТЗП/С 300/67-ТРИАС	СС-22,6-14-АТЗП/С 300/67-ТРИАС СС-22,6-24-АТЗП/С 300/67-ТРИАС СС-22,6-34-АТЗП/С 300/67-ТРИАС
АТЗП/С 330/43	НС-22,6- 34(110)-АТЗП/С 330/43-ТРИАС	ПС-22,6П-14-ТРИАС ПС-22,6П-24-АТЗП/С 330/43-ТРИАС ПС-22,6П-34-АТЗП/С 330/43-ТРИАС	СС-22,6-14-АТЗП/С 330/43-ТРИАС СС-22,6-24-АТЗП/С 330/43-ТРИАС СС-22,6-34-АТЗП/С 330/43-ТРИАС
АТЗП/С 400/51	НС-24,8-34(135)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-24,8П-14-ТРИАС ПС-24,8П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-24,8П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-24,8-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-24,8-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-24,8-34-АТЗП/С-ТРИАС
АТЗП/С 500/64	НС-27,7-34(170)- АТЗП/С-ТРИАС	ПС-27,7П-14-ТРИАС ПС-27,7П-24-АТЗП/С-ТРИАС ПС-27,7П-34-АТЗП/С-ТРИАС	СС-27,7-14-АТЗП/С-ТРИАС СС-27,7-24-АТЗП/С-ТРИАС СС-27,7-34-АТЗП/С-ТРИАС

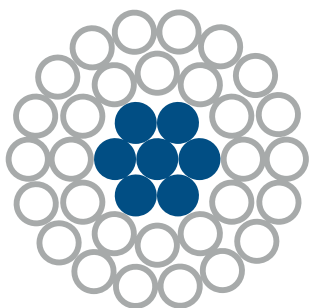
Шлейфовый	Ответвленный	Ремонтный	Протекторы
5	6	7	8
ШС-13,8-04-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-13,8/13,8-04-АТЗП/С-ТРИАС	РС-13,8-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-13,8-13-ТРИАС ПЗС-13,8-03-ТРИАС
ШС-15,5-04-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-15,5/15,5-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-15,5-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-15,5-13-ТРИАС ПЗС-15,5-03-ТРИАС
ШС-16,0-04-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-16,0/16,0-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-16,0-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-16,0-13-ТРИАС ПЗС-16,0-03-ТРИАС
ШС-17,0/17,1-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-17,0-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-17,0/17,0-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-17,0/17,1-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-17,0/17,1-13-ТРИАС ПЗС-17,0/17,1-03-ТРИАС
ШС-17,0/17,1-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-17,1-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-17,1/17,1-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-17,0/17,1-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-17,0/17,1-13-ТРИАС ПЗС-17,0/17,1-03-ТРИАС
ШС-17,8-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-17,8-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-17,8/17,8-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-17,8-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-17,8-13-ТРИАС ПЗС-17,8-03-ТРИАС
ШС-19,2-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-19,2-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-19,2/19,2-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-19,2-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-18,8/19,2-13-ТРИАС ПЗС-18,8/19,2-03-ТРИАС
ШС-19,3/19,5-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-19,3-24-АТЗП/С 240/32-ТРИАС	ШСО-19,3/19,3-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-19,3/19,5-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-19,3/19,5-13-ТРИАС ПЗС-19,3/19,5-03-ТРИАС
ШС-19,3/19,5-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-19,5-24-АТЗП/С 240/39-ТРИАС	ШСО-19,5/19,5-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-19,3/19,5-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-19,3/19,5-13-ТРИАС ПЗС-19,3/19,5-03-ТРИАС
ШС-21,5-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-21,5-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-21,5/21,5-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-21,5-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-21,5-13-ТРИАС ПЗС-21,5-03-ТРИАС
ШС-22,6-04-АТЗП/С 300/67-ТРИАС ШС-22,6-24-АТЗП/С 300/67-ТРИАС	ШСО-22,6/22,6-24-АТЗП/С 300/67-ТРИАС	РС-22,6-04-АТЗП/С 300/67-ТРИАС	ПЗС-22,6-13-ТРИАС ПЗС-22,6-03-ТРИАС
ШС-22,6-04-АТЗП/С 330/43-ТРИАС ШС-22,6-24-АТЗП/С 330/43-ТРИАС	ШСО-22,6/22,6-24-АТЗП/С 330/43-ТРИАС	РС-22,6-04-АТЗП/С 330/43-ТРИАС	ПЗС-22,6-13-ТРИАС ПЗС-22,6-03-ТРИАС
ШС-24,8-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-24,8-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-24,8/24,8-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-24,8-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-24,8-13-ТРИАС ПЗС-24,8-03-ТРИАС
ШС-27,7-04-АТЗП/С-ТРИАС ШС-27,7-24-АТЗП/С-ТРИАС	ШСО-27,7/27,7-24-АТЗП/С-ТРИАС	РС-27,7-04-АТЗП/С-ТРИАС	ПЗС-27,7-13-ТРИАС ПЗС-27,7-03-ТРИАС

ПРОВОД АCFR

Аттестация
ПАО «Россети»
с 2020 г.




AC



● Гальванизированная сталь

Прочность	1350 Мпа
Плотность	7.8 g/cm ³
СТЕ	12.0 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	200 Гпа

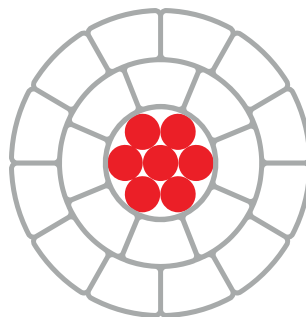
● Упроченные 1350 Н19
Алюминиевые проволоки

 до 90°C

○ Пропускная способность ограничена температурой нагрева провода и его стрелой

(T)ACFR

(T)(H)ACFR/TW



● Проволоки сердечника
Композит – волокно в
полимерной матрице
в Скрутке из 7 проволок и более

Прочность	2137 Мпа
Плотность	1.6 g/cm ³
СТЕ	1.0 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	170 Гпа

● Термостойкие
алюминиевые проволоки
АТЗ

 до 180°C длительно

○ Многопроволочный сердечник –
меньше риски

○ Минимальная температурная стрела

○ Максимум проводимости в диаметре
при том же весе

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ACSFR

Сердечник композитный (полимер) многопроволочный с прочностью выше стали, малым весом и близким к 0 температурным расширением – меньше стрелы провеса, нагрузки на опоры.

Внешний повив может быть выполнен из высокотемпературного сплава ZTAL или стандартного алюминия повышенной проводимости.

Улучшенные свойства каждого компонента и особенность технологии производства в сумме дают существенное улучшение конечного продукта – дополнительные потребительские свойства.

При реконструкции / техпереворужении ВЛ

До 1,7 раз увеличение пропускной способности по току на без замены опор.

(Особенно актуально при отработке требований системного оператора по высоким N-1 режимам).

В трапецидальной форме меньший диаметр и гладкий профиль провода способствуют уменьшению аэродинамической и гололедной нагрузки – уменьшение стрелы, увеличение пропускной способности.

При новом строительстве ВЛ

Максимум проводимости в единице сечения (диаметре). Увеличение длины ВЛ без доп. регулирования U.

Увеличение длины пролетов (снижение количества опор) где необходимо.

ПРИМЕР:**РЕКОНСТРУКЦИЯ****ЗАДАЧА**

Действующая ВЛ 220 кВ, плотная садово-пригородная и с/х застройка.
Построена в 70-х годах.

Длина 10 км, 2 цепи, провод АС 300. Опоры требуют частичного ремонта/замены.
Увеличить пропускную способность двух цепей до 1000 А по каждой.

РЕШЕНИЕ

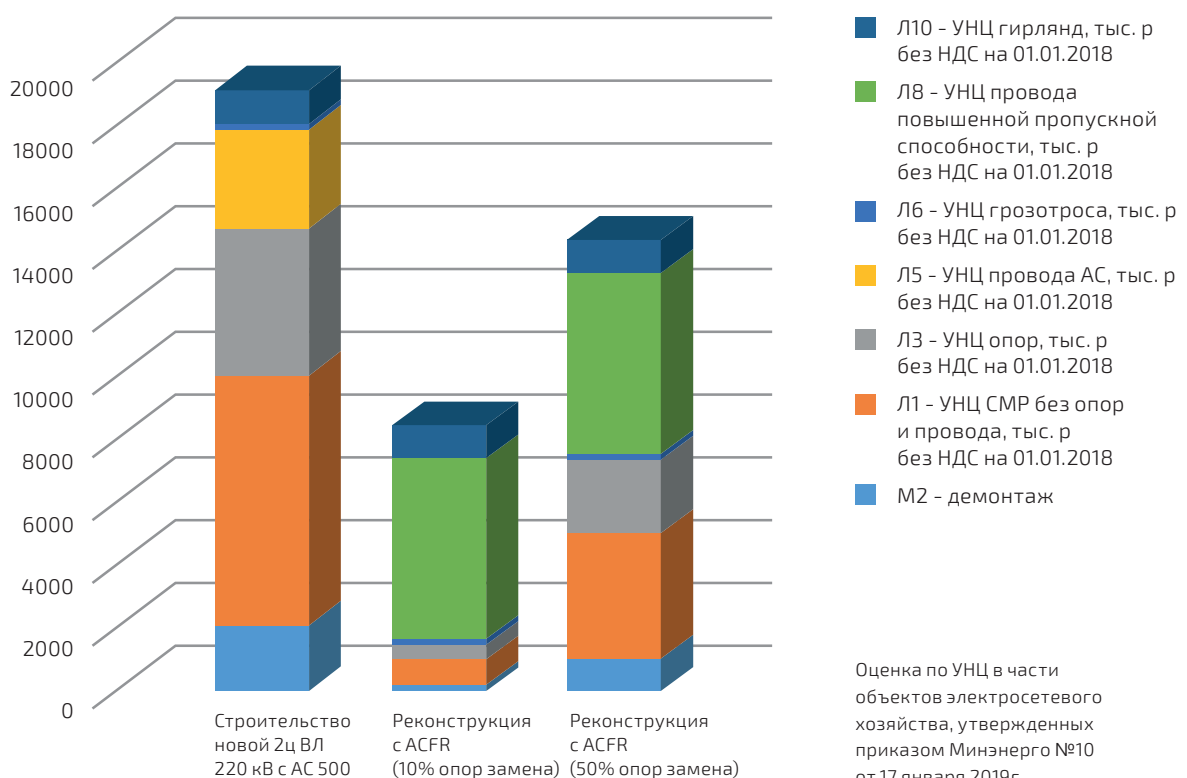
Стандартное решение – построить по существующей трассе новую 2ц ВЛ 220 кВ с проводом АС 500 в фазе.

Новое решение – заменить существующий провод на провод ТАСFR 270/37.

Даже с учетом увеличенного до 50% объема работ по опорам решение существенно выгоднее*. При этом рассматривается только стоимость СМР. Вопросы стоимости землеотвода не оцениваются.

Провод	Диаметр, мм	Вес, кг/км	Прочность, Н	Дл.-доп. ток, А
АС 300/39	24	1132	88 850	710
ТАСFR/TW 270/37	20,6	810	109 900	1139

* - оценка затрат по укрупненным нормативам цены типовых технологических решений капитального строительства объектов электроэнергетики в части объектов электросетевого хозяйства (Приказ Минэнерго №10 от 17.01.2019).

ЗАТРАТЫ ПОЭЛЕМЕНТНО

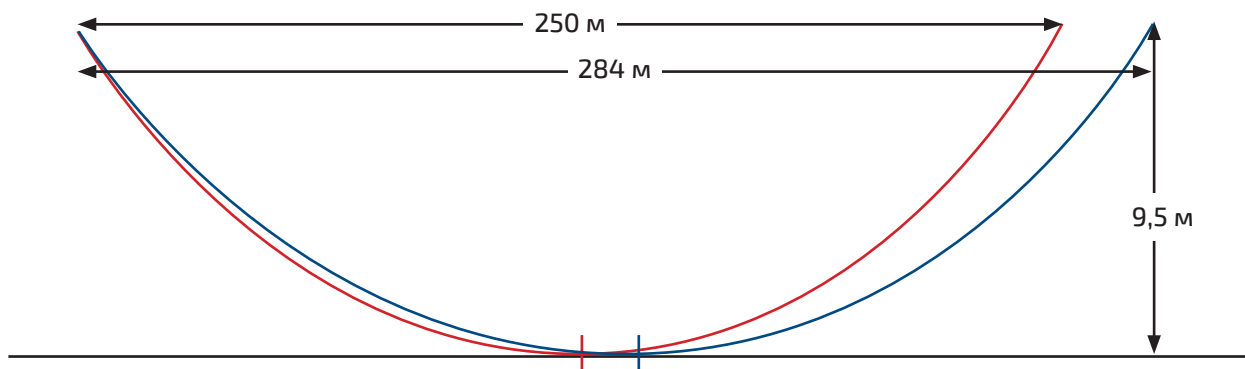
ПРИМЕР:

УВЕЛИЧЕНИЕ ДЛИНЫ ПРОЛЕТОВ

АС
185/29



TACFR/TW
240/37



Провод	Диаметр, мм	Вес, кг/км	Прочность, Н	Дл.-доп. ток, А
АС 185/29	18,8	728	60 870	510
TACFR/TW 240/37	19,6	733	105 900	1017

В равных условиях габаритный пролет может быть увеличен с 250 до 283,7 метров (ограничивает ГТ) (на 13,5%). Для условной ВЛ 110 кВ длиной 100 км это приведет к уменьшению количества опор на ~ 60 штук. Без учета ГТ габаритный пролет 331 м.



Прямая экономия ~ $60 \cdot 0,8 \text{ М} = 48 \text{ М руб.}$

Косвенная экономия:

- Стоимость землеотвода (CAPEX/OPEX)
- Стоимость доставки
- Стоимость эксплуатации (OPEX)

УСЛОВИЯ РАСЧЕТА:

Гололед: 20 мм

Ветер: 800 Па

Температура: от -40 до +40°C

t° монтажа: +10°C

Расчет тока:

Ветер: 0,6 м/с, перпенд.

t° возд.: +25°C

Коэффициент изл./погл.: 0,5

Приведенный пролет: от 250 м

Ограничение по опорам: 35 кН (У-110-2)

Ограничение по проводу:

45% от прочности провода (ПУЭ)

ПРИМЕР:**УВЕЛИЧЕНИЕ ДЛИНЫ ВЛ**

(по падению напряжения)

Строительство новой протяженной ВЛ 220 кВ. Длина 370 км.

Регион Сибирь, Дальний Восток и т.п. – малая заселенность, очень большие расстояния.

Нагрузка – провода АС 300 достаточно.

ЗАДАЧА

Максимизировать длину или максимально снизить потери.

Сравниваются два решения – 1 провод в фазе АС 300, 2 провода в фазе НАСFR/TW 240/50. Поскольку опоры 220 кВ предназначены под провода включая АС 400, то по механическим характеристикам (прочность, вес) решение не должно быть хуже чем АС 400. Сравнительные характеристики в таблице.

РЕШЕНИЕ

При соизмеримом токе за счет низкого сопротивления и высокой емкостной составляющей при использовании 2*НАСFR 240/50

- потери в линии будут минимальные (на 30% меньше, чем для АС-300);
- уровень напряжения на конечной ПС в режиме N-1 будут наибольшим (235 кВ или на 7,5% выше, чем с АС).

Разница в стоимости проводов сравниваемых решений окупится только за счет потерь примерно за 15-20 лет. При этом возможно снижение капзатрат за счет увеличения габаритных пролетов, меньших требований к регулированию напряжения на ПС либо увеличения длины ВЛ без строительства ПП.

Провод	Диаметр, мм	Вес, кг/км	Прочность, Н	Дл.-доп. ток, А	R, Ом/км	X, Ом/км
АС 400/51	27,5	1490	118 190	835	0,075	0,411
НАСFR/TW 240/50	20,1	741	127 600	761	0,1174	0,429
2*НАСFR/TW 240/50	–	1482	127 600	1522	0,0587	0,327

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ ПРОВОДОВ ТАСFR И ТАСFR/TW ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА 25°C

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °C	Длительно допустимый ток, А
ТАСFR 120/28	180	705
ТАСFR/TW 165/37	180	825
ТАСFR/TW 228/71	180	1034
ТАСFR/TW 240/37	180	1017
ТАСFR/TW 270/37	180	1139
ТАСFR/TW 300/37	180	1225
ТАСFR/TW 300/66	180	1237
ТАСFR/TW 330/37	180	1303
ТАСFR/TW 400/50	180	1492

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ ПРОВОДА НАСFR/TW ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА 25°C

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °C	Длительно допустимый ток, А
НАСFR/TW 200/28	90	651
НАСFR/TW 240/50	90	761
НАСFR/TW 300/37	90	875
НАСFR/TW 300/66	90	884
НАСFR/TW 400/55	90	1050
НАСFR/TW 400/71	90	1056

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДОВ TACFR И TACFR/TW

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²			
	Общий диаметр провода d, мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	начальный	вытяжки	выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TACFR 120/28	15,9	149,6	28,2	378,7	71446	66,85	55,08	122	67,63
TACFR/TW 165/37	16,8	200,7	37,2	510,8	93532	67,38	55,57	126	68,16
TACFR/TW 228/71	20,5	296,4	71,3	732,6	165192	71,22	60,21	126	72,08
TACFR/TW 240/37	19,6	277,0	37,2	721,1	105217	63,83	51,28	126	64,54
TACFR/TW 270/37	20,6	309,2	37,2	809,9	109958	62,86	50,11	126	63,54
TACFR/TW 300/37	21,6	342,1	37,2	900,6	118073	62,06	49,13	126	62,72
TACFR/TW 300/66	22,6	367,6	66,1	935,3	167886	67,00	55,10	126	67,77
TACFR/TW 330/37	22,5	372,4	37,2	984,2	119806	61,44	48,39	126	62,09
TACFR/TW 400/50	25,1	457,7	49,5	1203,4	153536	62,02	49,09	126	62,68

Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град		Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
11	12	13	14	15	16	17	18
1	15,5	215	129	0,2414	18,6	0,0040	328
1	15,5	210	126	0,1793	18,4	0,0040	441
1	13,8	251	150	0,1302	16,8	0,0040	613
1	17,2	171	103	0,1222	16,7	0,0040	643
1	17,8	160	96	0,1078	16,8	0,0040	728
1	18,3	155	93	0,0961	16,4	0,0040	815
1	15,7	206	123	0,0972	16,0	0,0040	813
1	18,5	145	87	0,0874	16,0	0,0040	895
1	18,4	151	91	0,0718	15,3	0,0040	1090

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА НАCFR/TW

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²	
	Общий диаметр провода d, мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	начальный	вытяжки
1	2	3	4	5	6	7	8
НАCFR/TW 200/28	17,8	223,9	28,2	584,0	82000	63,00	50,30
НАCFR/TW 240/50	20,1	290,1	49,5	741,3	127656	66,36	54,33
НАCFR/TW 300/37	21,6	342,1	37,2	900,6	115383	62,06	49,13
НАCFR/TW 300/66	22,6	367,6	66,1	935,3	167295	67,00	55,10
НАCFR/TW 400/55	25,1	456,4	55,1	1192,4	159206	62,89	50,14
НАCFR/TW 400/71	25,6	474,3	71,3	1223,1	188696	64,95	52,63

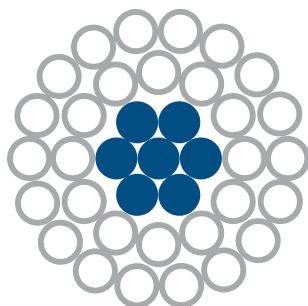
конечный	Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град	Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
9	10	11	12	13	14	15	16
63,4	17,7	165	99	0,1475	20,2	0,00403	524
67,12	16,2	198	119	0,1174	19,1	0,00403	648
62,72	18,3	152	91	0,0927	18,5	0,00403	815
67,77	15,7	205	123	0,0937	18,1	0,00403	813
63,57	18,0	157	94	0,0708	17,3	0,00403	1073
65,67	16,7	179	107	0,0705	17,1	0,00403	1082

ПРОВОД АССР LC

Аттестован
с 2008 г.,
продление
аттестации
в 2020 г.




АС



● Гальванизированная сталь

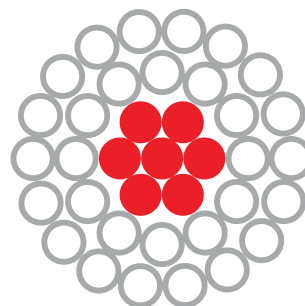
Прочность	1350 Мпа
Плотность	7.8 g/cm ³
СТЕ	12.0 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	200 Гра

● Упроченные 1350 Н19
Алюминиевые проволоки

 до 90°C

○ Пропускная способность ограничена температурой провода и его стрелой

АССР



● Проволоки сердечника
Композит – волокно в
алюминиевой матрице

Прочность	1380 Мпа
Плотность	3.3 g/cm ³
СТЕ	6.3 (x10 ⁻⁶ /°C)
Модуль	220 Гра

● Термостойкие
алюминиевые проволоки
АТЗ

 до 210°C длительно

○ Надежный дизайн, как и у АС

○ Выше допустимая температура →
~ в 2 раза выше допустимый ток

○ Алюминиевый сердечник лучше
проводимость и коррозионная
стойкость

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АССР LC

Сердечник с прочностью стали, малым весом и низким температурным расширением – меньше стрелы, нагрузки на опоры.

Сердечник на основе алюминия – надежная защита волокон, нет коррозии, выше проводимость – надежность в эксплуатации.

Алюминий-циркониевый сплав АТЗ с рабочей температурой 210°C. Пропускная способность выше – до 200%.

Улучшенные свойства каждого компонента и особенность технологии производства в сумме дают существенное улучшение конечного продукта – дополнительные потребительские свойства.

При перевооружении ВЛ

До двух раз увеличение пропускной способности по току на без замены опор.

(Особенно актуально при отработке требований системного оператора по высоким N-1 режимам).

В трапецидальной форме меньший диаметр и гладкий профиль провода способствуют уменьшению аэродинамической и гололедной нагрузки – уменьшение стрелы, увеличение пропускной способности.

При реконструкции ВЛ

До двух раз увеличение пропускной способности по току даже в новых ПУЭ.

(Особенно актуально при отработке требований системного оператора по высоким N-1 режимам).

ПРИМЕР:**РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЛ 220 кВ,
ТЭ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ****ЗАДАЧА**

ВЛ 220 кВ 1 цепь с проводом АС 240, длина 11 км. Плотная пригородная застройка. Места для новой ВЛ нет.

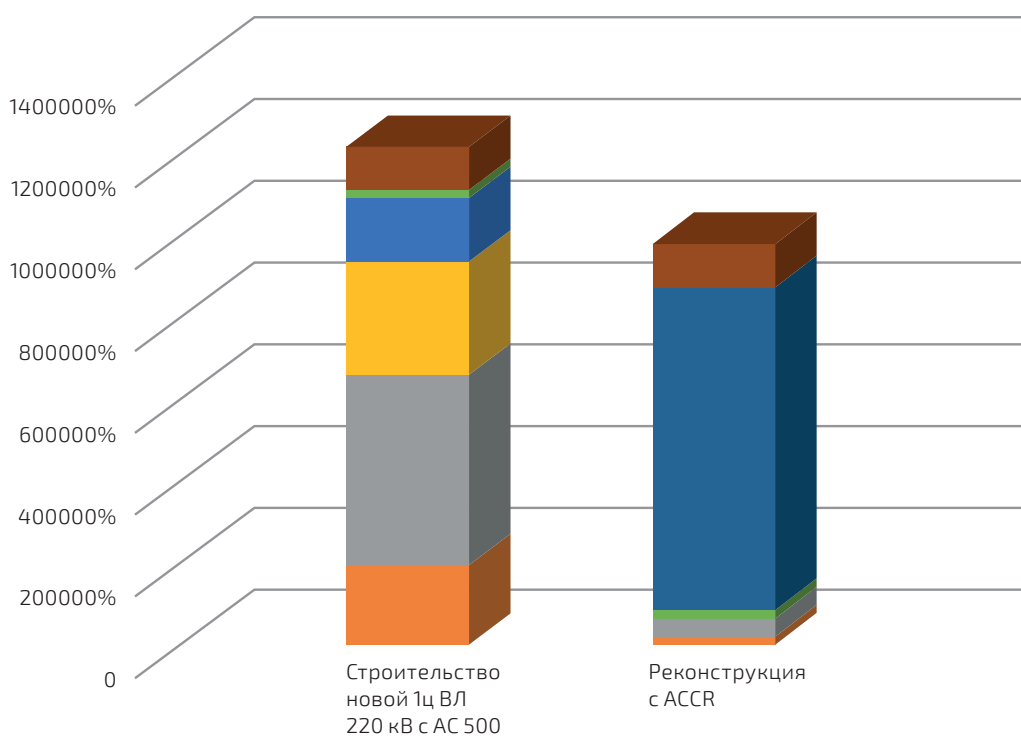
В связи с реконструкцией объекта генерации и изменением схемы сети в режиме N-1 требуется обеспечить пропускную способность 1000 А.

РЕШЕНИЕ

Стандартное решение – строительство новой ВЛ 220 кВ с проводом АС 500 по старой трассе.

Новое решение – замена провода на провод АССР Hawk. При этом в оценке стоимости учтена замена/ремонт 10% опор.

Стоимость нового решения на 20% дешевле.



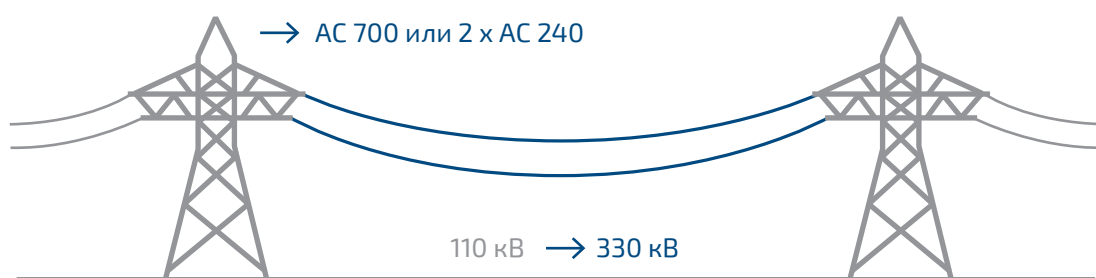
- Л10 - УНЦ гирлянд, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л8 - УНЦ провода повышенной пропускной способности, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л6 - УНЦ грозотроса, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л5 - УНЦ провода АС, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л3 - УНЦ опор, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- Л1 - УНЦ СМР без опор и провода, тыс. р без НДС на 01.01.2018
- М2 - демонтаж
- Объем опор под замену

Оценка по УНЦ в части объектов электросетевого хозяйства, утвержденных приказом Минэнерго №10 от 17 января 2019 г.

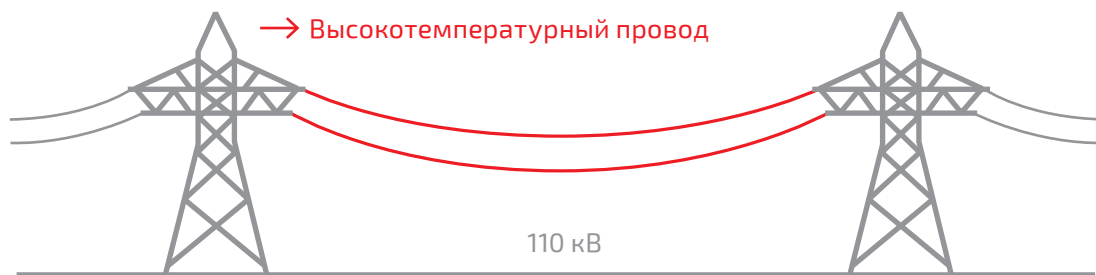
ПРИМЕР РЕАЛИЗОВАННОГО ПРОЕКТА

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ: ОПИСАНИЕ

В Москве на ВЛ 110 кВ Черемушки – Южная 1,2 заменен участок ВЛ на кабель сечением 1200 мм² (1200А). Существующий провод АС 240 (600 А). Чтобы привести в соответствие пропускную способность воздушного участка требуется его замена на провод АС 700 или 2*АС 240, что подразумевает габарит 330 кВ или выше. И стоимость (только СМР) около 15-25 млн. руб. за 1 км ВЛ + земли под более крупные опоры нет. Или замена существующего провода на высокотемпературный провод. 8 млн. руб за 1 км (цена провода с арматурой на две цепи). Проект выполнен в 2011 году.



₽ 15-20 млн. руб. за 1 км



₽ 8 млн. руб. за 1 км 2цВЛ + работы

ТАБЛИЦА СРАВНЕНИЯ ПРОВОДОВ АС И АССР И СЕНИЛЕК*

Провод	Диаметр, мм	Прочность, Н	Вес, кг/км	Токсовая нагрузка, А	Тип опоры, кВ
АС 240/39	21,6	79 272	952	610	110
АС 700/86	36,2	196 440	2 575	1 220	500
АССР Hawk 477-T16	21,6	85 348	793	1 213	110

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДА АССР LC

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП:

- в два и более раз при реконструкции в рамках одного ПУЭ;
- до двух раз при реконструкции по требованиям ПУЭ7;
- выполнение самых высоких требований по надежности сети N-1, N-2.

ЭКОНОМИЯ ВРЕМЕНИ И ДЕНЕГ:

- сокращение затрат на усиление сетей в среднем на 20-30 % от стоимости традиционных решений;
- сокращение времени реализации проектов – меньшие сроки проектирования, меньше согласований;
- отсутствие необходимости землеотвода.

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ НАДЕЖНОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ:

- Лучший в классе провод по характеристикам и надежности по отзывам экспертов;
- Арматура ведущих мировых производителей AFL и PLP;
- Самая масштабная программа тестирования.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДА АССР В РФ

(с 2008 года)

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ:

1. ВЛ 110 кВ Очаково – Одинцово 1,2 (Москва)
 2. ВЛ 110 кВ Харанорская ГРЭС – Турга 1,2 (Ясногорск Читинской обл)
 3. ВЛ 110 кВ Пермь – ТЭЦ6 1,2 (Пермь)
 4. ВЛ 110 кВ ИГЭС – Цимлянская – Кировская 1,2 (Иркутск)
 5. ВЛ 110 кВ ЗСМК – Кузнецкая 1,2 (Новокузнецк)
 6. ВЛ 110 кВ Центральная 1,2 (Вологда)
 7. ВЛ 110 кВ Черемушки – Южная (Москва)
 8. ВЛ 110 кВ Очаково – Немчиновка 1,2 (Москва)
 9. ВЛ 220 кВ Рефтинская ГРЭС 1,2 (Екатеринбург)
 10. ВЛ 110 кВ Московка 1,2 (Омск)
- и др.

ВАЖНО: ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИТНЫХ ПРОВОДОВ – НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ

ТИП АЛЮМИНИЯ В ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ЧАСТИ:

- Твердые сплавы vs мягкие сплавы. Людиновокабель использует только твердые виды. Мы полагаем, что преимущество в 1-1,5% по сопротивлению не перекрывает проблем
 1. сниженной конструкционной надежности провода – «мягкий» алюминий не участвует в прочности провода, повреждение сердечника означает обрыв провода.
 2. повреждаемости при монтаже и эксплуатации – при раскатке склонен к «фонарению» и «заусенцам», в эксплуатации склонен к фонарению при КЗ.
- Термостойкость.

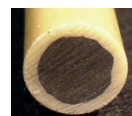
По стандарту МЭК 62004 допускаются два вида проверки на термостойкость. Испытание в течение 1 часа и 400 часов. По нашему опыту пройти часовое испытание не сложно. Однако только испытание в течение 400 часов показывает реальное качество.

ТИП «МАТРИЦЫ» КОМПОЗИТНОГО СЕРДЕЧНИКА:

- Металлическая матрица vs полимерная.

Композитные сердечники проводов – структуры, в которых продольно расположенные волокна защищаются от внешних воздействий каким-либо материалом. Основной механизм повреждения таких структур – микросмятие волокон на внутренней стороне изгиба, что затем вызывает обрыв. Задача матрицы защищать волокна от разного рода внешних воздействий, в том числе от микросмятий. В этом смысле металлическая матрица существенно лучше полимерной, поскольку прочность на сжатие металла выше его же прочности на разрыв и, таким образом, вначале волокно рвется на внешней стороне изгиба с характерным звуком и внешним проявлением. В полимерной матрице прочность на сжатие меньше чем прочность на растяжения и при изгибе происходит «смятие» волокон, которое не слышно и не видно. Кроме того, сама прочность на сжатие у металла существенно выше, чем у полимера по величине, что позволяет более высокие изгибные нагрузки.

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ НАДЕЖНОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ:



- Многопроволочность VS моносердечник
- Учитывая сказанное выше многопроволочная конструкция сердечника однозначно превосходит однопроволочную по надежности и степени риска при производстве, монтаже и эксплуатации, поскольку за счет «скрутки» снижает «локальные» нагрузки на смятие.

ДЛИТЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОКИ ПРОВОДА АССР С РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ 210°C ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА 25°C

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °C	Длительно допустимый ток, А
ACCR 195-T20	210	687
ACCR 207-T23	210	723
ACCR Partridge 267	210	815
ACCR Junco 267	210	853
ACCR Widgeon 324	210	937
ACCR Ostrich 300	210	896
ACCR Oriole 336	210	978
ACCR 373-T13	210	1028
ACCR Linnet 336	210	979
ACCR Stork 397	210	1050
ACCR 427-T13	210	1124
ACCR 382-T16	210	1057
ACCR Lark 397	210	1114
ACCR Flicker 477	210	1215
ACCR Hawk 477	210	1213
ACCR458-T23	210	1217
ACCR563-T10	210	1335
ACCR591-T13	210	1392
ACCRDove 557	210	1382
ACCREagle 557	210	1414
ACCR Goldfinch 636	210	1443
ACCR Flamingo 666	210	1508
ACCR Grosbeak 636	210	1506
ACCR 680-T19	210	1560
ACCR Starling 715	210	1597
ACCR Stilt 715	210	1587
ACCR Puffin 795	210	1654
ACCR Condor 795	210	1733
ACCR Drake 795	210	1754

Информацию по арматуре и способам ее применения уточняйте у производителя.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА ACCR LC

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²	
	Общий диаметр провода d, мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба
1	2	3	4	5	6	7	8
ACCR 195-T20 LC	14,1	99/20	20	341	39,46	216	86
ACCR 207-T23 LC	14,8	105/25	25	376	47,15	216	90
ACCR Partridge 267	16,0	130/22	22	435	46,71	216	83
ACCR Junco 267	16,8	135/32	32	484	60,94	216	90
ACCR Widgeon 324	17,7	164/21	21	527	51,60	216	78
ACCR Ostrich 300	17,2	150/25	25	501	53,82	216	83
ACCR Oriole 336	18,6	166/39	39	595	74,73	216	90
ACCR 373-T13	19,0	189/24	24	608	59,61	216	78
ACCR Linnet 336	18,4	172/28	28	573	61,83	216	78
ACCR Stork 397	19,2	198/20	20	616	54,27	216	75
ACCR 427-T13	20,3	216/28	28	695	68,06	216	79

Информацию по арматуре и способам ее применения уточняйте у производителя.

Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град		Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, °С, Ом/км			Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при $t = 20$ °С, Дж/(м·°С)
выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	20	150	210			
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6,3	16,7	149,2	99,5	0,2746	0,4189	0,4855	н/д	0,00404	319
6,3	16,7	163,2	108,8	0,2548	0,3886	0,4504	н/д	0,00404	351
6,3	16,7	138,3	92,2	0,2105	0,3211	0,3721	н/д	0,00404	408
6,3	16,7	164,2	109,5	0,1979	0,3018	0,3498	н/д	0,00404	452
6,3	17,8	125,5	83,7	0,1699	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	138,4	92,3	0,1826	0,2786	0,3228	н/д	0,00404	471
6,3	15,4	164,0	109,4	0,1608	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	125,9	84,0	0,1474	0,2248	0,2605	н/д	0,00404	572
6,3	16,7	139,1	92,7	0,1596	0,2434	0,2821	н/д	0,00404	538
6,3	18,6	112,0	74,7	0,1423	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	125,5	83,7	0,1288	0,1964	0,2276	н/д	0,00404	655

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА АССР

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм ²	
	Общий диаметр провода d, мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм ²	Площадь поперечного сечения сердечника, мм ²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, Н	выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба
1	2	3	4	5	6	7	8
ACCR 382-T16	19,5	194/31	31	645	69,39	216	82
ACCR Lark 397	20,5	203/47	47	726	90,74	216	90
ACCR Flicker 477	21,6	243/32	32	782	76,51	216	79
ACCR Hawk 477	21,6	238/39	39	793	85,42	216	83
ACCR458-T23	22,0	232/53	53	825	100,09	216	89
ACCR563-T10	23,0	285/28	28	887	77,40	216	75
ACCR591-T13	23,9	299/39	39	962	93,42	216	79
ACCRDove 557	23,9	291/47	47	967	102,75	216	82
ACCREagle 557	24,6	292/66	66	1037	125,89	216	88
ACCR Goldfinch 636	24,4	321/32	32	998	87,19	216	75
ACCR Flamingo 666	25,4	338/44	44	1085	104,98	216	79
ACCR Grosbeak 636	25,5	332/53	53	1101	113,88	216	81
ACCR 680-T19	26,4	344/67	67	1183	132,56	216	85
ACCR Starling 715	26,7	362/58	58	1201	124,11	216	81
ACCR Stilt 715	26,4	365/47	47	1173	113,43	216	79
ACCR Puffin 795	27,1	395/39	39	1227	105,87	216	75
ACCR Condor 795	28,2	417/53	53	1337	125,00	216	77
ACCR Drake 795	28,6	418/66	66	1384	143,23	216	81

Информацию по арматуре и способам ее применения уточняйте у производителя.

Температурный коэффициент линейного удлинения α , 10 ⁻⁶ /град		Допустимое напряжение, Н/мм ²		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, °С, Ом/км			Коэффициент теплоотдачи, α_k , Вт/м ² ·°С	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1/°С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при $t = 20$ °С, Дж/(м·°С)
выше точки температурного перегиба	ниже точки температурного перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре	20	150	210			
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6,3	17,0	138,8	92,5	0,1418	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	16,3	108,9	0,1319	0,2012	0,2332	н/д	0,00404	677
6,3	16,7	125,2	83,5	0,1145	0,1746	0,2023	н/д	0,00404	737
6,3	16,7	138,8	92,5	0,1153	0,1758	0,2038	н/д	0,00404	745
6,3	15,4	158,0	105,4	0,1156	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	18,7	111,3	74,2	0,0989	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	17,7	124,4	82,9	0,0930	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	136,8	91,2	0,0945	0,1442	0,1671	н/д	0,00404	908
6,3	16,5	158,2	105,5	0,0919	0,1402	0,1625	н/д	0,00404	969
6,3	16,7	111,1	74,1	0,0879	0,1340	0,1553	н/д	0,00404	942
6,3	17,7	123,7	82,4	0,0825	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,5	133,1	88,7	0,0828	0,1263	0,1464	н/д	0,00404	1034
6,3	16,5	145,1	96,8	0,0789	0,1204	0,1395	н/д	0,00404	1109
6,3	16,9	133,0	88,7	0,0759	н/д	н/д	н/д	0,00404	н/д
6,3	16,7	123,9	82,6	0,0763	0,1164	0,1349	н/д	0,00404	1105
6,3	16,7	109,5	73,0	0,0714	0,1089	0,1262	н/д	0,00404	1159
6,3	16,5	119,7	79,8	0,0668	0,1019	0,1181	н/д	0,00404	1259
6,3	16,5	133,7	89,1	0,0659	0,1004	0,1164	н/д	0,00404	1300



Людиново
кабель
кабельный завод

**Кабельный завод
«Людиновокабель»**

8 (800) 707-11-14 (горячая линия)
cable@ludinovocable.ru

249400, Людиново
Калужская область
проспект Машиностроителей 1
+7 (48444) 69-1-69

ludinovocable.ru