ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ПАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-
29.060.50.268-2019

Указания по проектированию ВЛ 220 кВ и выше с неизолированными проводами нового поколения

Стандарт организации

Дата введения: 01.07.2019

ПАО «ФСК ЕЭС»
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»; общие положения при разработке и применении стандартов организации – в ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»; правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации – ГОСТ Р 1.5-2012.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: АО «НТЦ ФСК ЕЭС», ООО «Интер РАО - Инжиниринг».

2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 01.07.2019 № 200.

4. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А,
электронной почтой по адресу: gost.e-ecolog.ru

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

	Введение	4
1	Область применения	4
2	Нормативные ссылки	4
3	Термины, определения, обозначения и сокращения	5
3.1	Термины и определения	5
3.2	Обозначения и сокращения	6
4	Классификация неизолированных проводов нового поколения	7
5	Указания по проектированию ВЛ с применением проводов нового поколения	9
5.1	Общие указания по проектированию	9
5.2	Рекомендации по проектированию линейной части ВЛ с проводом нового поколения	10
5.3	Рекомендации по проектированию строительной части ВЛ с проводом нового поколения	15
5.4	Рекомендации по технико-экономическому обоснованию применения на ВЛ проводов нового поколения	15
5.5	Указания по выбору арматуры	16
5.6	Области рационального применения ПНП на ВЛ 220 кВ и выше	17
	Приложение А. (справочное) Номенклатура неизолированных проводов нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше	19
	Приложение Б. (справочное) Рекомендованная область применения неизолированных проводов нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше	23
	Приложение В. (справочное) Справочная информация по основным техническим характеристикам проводов нового поколения	24
	Приложение Г. Технические требования к неизолированным проводам нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше	77
	Приложение Д. (справочное) Перечень рекомендованной линейной арматуры для проводов нового поколения	87
	Приложение Е. (справочное) Стоимостные показатели проводов нового поколения, приведенные к 2001 году	91
	Библиография	96

Введение

Рост потребления электрической энергии увеличивает актуальность повышения пропускной способности и надёжности ВЛ, разработки и применения новых проектных и строительных решений, использования современных материалов и технологий. Применение новых материалов и оптимизированных проектных решений актуально также вследствие необходимости масштабной реновации сетевой инфраструктуры, срок службы которой превышает 40-50 лет.

Социальные и экономические условия выполнения реновации предполагают применение рациональных и эффективных решений на основании технико-экономического сопоставления. Анализ международного и отечественного передового опыта показывает, что при строительстве новых и реконструкции действующих ВЛ целесообразно применение проводов нового поколения [1], обладающих улучшенными механическими и электрическими характеристиками по сравнению с проводами АС традиционной конструкции.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на неизолированные провода, отличные по конструктивному исполнению от сталеалюминевых проводов, изготавливаемых по ГОСТ 839.

Настоящий стандарт распространяется на вновь сооружаемые и подлежащие реконструкции или техническому перевооружению ВЛ напряжением 220 кВ и выше. В стандарте не рассматриваются требования к организации строительства и эксплуатации ВЛ с проводами нового поколения.

Настоящий стандарт следует использовать при разработке проектной и рабочей документации, выполнению технико-экономического обоснования применения проводов нового поколения и проверке качества.

Положения настоящего стандарта предназначены для применения проектными, эксплуатационными организациями и изготовителями неизолированных проводов нового поколения.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 5151-79 Барабаны деревянные для электрических кабелей и проводов. Технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1 – 5).

ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные. Термины и определения.

ГОСТ 15846-02 Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.

ГОСТ Р 51155-17 Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний.

ГОСТ Р МЭК 62004-14 Проволока из термостойкого алюминиевого сплава для провода воздушной линии электропередачи.

ГОСТ Р МЭК 62219-14 Провода для воздушных линий электропередачи, скрученные из профилированных проволок концентрическими повивами.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 24291, ГОСТ 15845, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **Высокотемпературный провод**: провод, длительно допустимая температура нагрева которого выше 90 °С.

3.1.2 **Высокотемпературный провод с композитным сердечником**: высокотемпературный провод, имеющий сердечник из композитных материалов.

3.1.3 **Высокотемпературный провод с зазором**: высокотемпературный провод, имеющий зазор между токопроводящей частью и сердечником провода.

3.1.4 **Диаметр проволоки**: среднее значение двух измерений, проводимых в двух взаимно перпендикулярных направлениях в каждом измеряемом поперечном сечении.

Примечание. Для некруглых проволок используется эквивалентный диаметр круглой проволоки с той же площадью поперечного сечения.

3.1.5 **Компактированный провод**: провод, коэффициент заполнения токопроводящей части которого более 0,9.

3.1.6 **Конечный модуль упругости провода**: зависимость «нагрузка-удлинение» при разгрузке провода после его растяжения, по которому проводят расчет стрел провеса и тяжений провода в установившемся состоянии при различных температурах и внешних климатических нагрузках.

3.1.7 **Коэффициент заполнения токопроводящей части**: отношение $S_a/(S_2-S_3)$, где площадь S_a - площадь сечения алюминиевой части провода, площадь S_2 - площадь круга, имеющего диаметр, равный наружному диаметру провода, площадь S_3 - площадь круга, описанного вокруг сердечника провода.

3.1.8 **Механическая прочность на разрыв**: минимальная разрывная прочность провода, устанавливаемая изготовителем на основании расчёта.

3.1.9 **Модуль вытяжки (ползучести) провода**: зависимость «нагрузка-удлинение» проводов после полной реализации вытяжки

(ползучести) провода при приложении к проводу начальной (монтажной) растягивающей нагрузки при среднеэксплуатационной температуре.

3.1.10 **Направление скрутки**: направление вращения повива проволок от наблюдателя.

Скрутка в правом направлении - по часовой стрелке, скрутка в левом направлении - против часовой стрелки. При правой скрутке проволоки идут в том же направлении, что и центральная часть буквы *Z*, когда провод расположен вертикально. При левой скрутке проволоки идут в том же направлении, что и центральная часть буквы *S*, когда провод расположен вертикально.

3.1.11 **Начальный (монтажный) модуль упругости провода**: зависимость «нагрузка-удлинение» при первоначальном растяжении (нагружении) провода, по которому проводят расчет монтажных стрел провеса и тяжений провода при различных температурах и внешних климатических нагрузках.

3.1.12 **Провод, скрученный концентрическими повивами**: провод, состоящий из центрального сердечника и одного или нескольких повивов проволок, наложенных по спирали преимущественно в чередующихся направлениях.

3.1.13 **Проволока профилированная**: металлическая проволока, имеющая постоянное сечение и некруглую форму.

3.1.14 **Стрела провеса провода габаритная**: габаритная стрела провеса провода $f_{габ}$ – наибольшая допустимая стрела провеса провода в габаритном пролете.

3.1.15 **Точка перегиба**: точка пересечения разгрузочной характеристики провода и сердечника, которой соответствует определенное значение механического напряжения, ниже которой отсутствует механическое напряжение в проводящем слое.

3.1.16 **Термическая стойкость провода**: способность выдерживать воздействие действующего значения наибольшего тока короткого замыкания без превышения нормированной температуры токоведущих частей, превышения механических напряжений в материале и без других повреждений, препятствующих исправной работе провода. Измеряется в $кА^2с$ или в кА с указанием длительности протекания тока.

3.2 Обозначения и сокращения

ЕНЭС – Единая национальная электрическая сеть;
ВЛ – воздушная линия электропередачи, воздушная часть кабельно-воздушной линии;
ВТП – высокотемпературный провод;
ДДТ – длительно допустимая температура провода;

ЖАЛ – жесткая анкерная линия;
МПР – механическая прочность на разрыв;
НТД – нормативно-технический документ;
ПНП – провод нового поколения;
ПТК САПР – программно-технический комплекс системы автоматизированного проектирования;
РКУ – расчетные климатические условия;
СМР – строительно-монтажные работы;
ТПЧ – токопроводящая часть провода;
ТП – точка перегиба;
ТЭО – технико-экономическое обоснование;
ТУ – технические условия;
УХЛ – умеренный, холодный климат;
$I_{доп}$ – длительно допустимый ток провода;
$f_{таб}$ – стрела провеса провода габаритная, м;
β_R – температурный коэффициент сопротивления, 1/°С;
α_L – температурный коэффициент линейного удлинения провода,1/°С;
$U_{НР}$ – наибольшее рабочее напряжение, кВ;
α – коэффициент теплоотдачи с поверхности провода, Вт/(м^2·°С);
$С_{пр}$ - теплоемкость провода, Дж/(м·°С).

4 Классификация неизолированных проводов нового поколения

4.1 Настоящая классификация выполнена для неизолированных ПНП (Приложение А).

4.2 ПНП классифицируют по признакам компактности и допустимой температуре нагрева провода при эксплуатации на два основных класса:

– компактированные (не высокотемпературные) провода, далее компактированные;

– ВТП.

4.2.1 Из класса ВТП следует выделить следующие подклассы:

– ВТП с композитным сердечником;

– ВТП с зазором.

4.3 ПНП могут быть следующей конструкции:

4.3.1 *Геометрия поперечного сечения ТПЧ провода:*

• Геометрия поперечного сечения по отдельным повивам;

– Одинаковая;

– Отличающаяся;

• Количество повивов ТПЧ:

– Один;

– Несколько;

- Форма поперечного сечения верхних повивов (одного или двух):
  - Круглая;
  - Трапецеидальная;
  - Z-образная;
  - Стреловидная;
  - Ω – образная;
  - Иная.
- Направление скрутки верхнего повива:
  - В правом направлении;
  - В левом направлении.
- Зазор между ТПЧ и сердечником:
  - Наличие;
  - Отсутствие.
- Сердечник:
  - Материал сердечника совпадает с материалом токопроводящей части провода;
  - Материал сердечника отличается от материала токопроводящей части провода.
- Способ уплотнения ТПЧ:
  - применение профилированных проволок (выполненные из проволок некруглого сечения (трапециевидные, z-образные и др.);
  - пластическое обжатие проволок (уплотненные в процессе производства).

4.4 ПНП могут быть изготовлены из следующих материалов:

4.4.1 *Материал сердечника провода:*

4.4.1.1 На основе стали:

- сталь с цинковым или алюмоцинковым покрытием [3];
- сталь повышенной прочности с цинковым или алюмоцинковым покрытием [3];
- сталь, плакированная алюминием [4];
- сплав железа и никеля (инвар).

4.4.1.2 *Композитные материалы:*

- Металлокомпозиты: волокна Al_2O_3 в Al – матрице;
- Неметаллические композиты: высокопрочные (углеродные, стеклянные, борные, арамидные, базальтовые и др.) волокна в полимерной матрице (или полимеркомпозит).

4.4.2 *Материал ТПЧ провода:*

- Холоднотянутый алюминий с высокой проводимостью и высокой механической прочностью с рабочей температурой до 90 °С [5];
- Алюминиевые сплавы (Al-Si-Mg) типа ABE, 6101-T4,6201-T81 с рабочей температурой до 90 °С [6];

- Термостойкий алюминий-циркониевый сплав с рабочей температурой: до 150°С (сплавы TAL и KTAL); до 210 °С (сплав ZTAL); до 230°С °С (сплав XTAL).
- Термообработанный алюминий с высокой проводимостью и пониженной механической прочностью с рабочей температурой до 180 °С.

4.4.3 *Смазка провода:*

- Наличие;
- Отсутствие.

5 Указания по проектированию ВЛ с применением проводов нового поколения

5.1 Общие указания по проектированию

5.1.1 В настоящих указаниях изложены особенности проектирования ВЛ с применением ПНП.

5.1.2 При проектировании ВЛ должны быть обеспечены:

– надежная и качественная передача электроэнергии, обеспечение бесперебойности электроснабжения потребителей;

– экономическая эффективность;

– применение проектных решений, обеспечивающих снижение ресурсных, трудовых и капитальных затрат при строительстве и эксплуатации;

– соблюдение требований электробезопасности, экологической безопасности и охраны окружающей среды;

– ремонтопригодность применяемых конструкций;

– применение типовых технических решений;

– возможность применения передовых методов эксплуатации, безопасного выполнения ремонтных работ на ВЛ без снятия напряжения;

– проектирование ВЛ должно осуществляться с учетом опыта строительства и эксплуатации ВЛ.

5.1.3 Проектирование ВЛ с ПНП должно проводиться на основании Задания на проектирование. При составлении Задания на проектирование Заказчик определяет необходимость рассмотрения при проектировании ПНП.

5.1.4 ПНП рекомендуется применять при реконструкции участка ВЛ с перспективой дальнейшего перевода всей ВЛ на провода выбранной марки. При этом замену провода АС на выбранный тип ПНП следует осуществлять с учетом технического состояния опор с обязательным проведением поверочных расчетов по первой и второй группам предельных состояний, особенностей существующей трассы, области применения провода (Приложение Б) и других факторов, влияющих на оптимальную работу ВЛ.

5.1.5 При строительстве ВЛ с применением ПНП рекомендуется применять один тип и сечение на всей трассе ВЛ.

Исключениями могут быть большие переходы, участки с особыми гололедными и ветровыми нагрузками и очень низкой (или высокой) температурой окружающей среды и т.д., которые следует рассматривать как отдельные участки ВЛ.

5.1.6 Изменение конструкции фазы на большом переходе не должно приводить к снижению пропускной способности ВЛ.

5.2 Рекомендации по проектированию линейной части ВЛ с проводом нового поколения

5.2.1. Алгоритм выбора ПНП:

5.2.1.1. Выбор типа ПНП осуществляется в соответствии с Заданием на проектирование и с учетом рекомендаций по области рационального применения ПНП на ВЛ 220 кВ и выше (п. 5.6).

5.2.1.2. Для выполнения технико-экономического сравнения вариантов применения ПНП должны быть рассмотрены различные варианты применения ПНП по сравнению с проводами традиционной конструкции.

5.2.1.3. Расчет сечения ПНП осуществляется по:

- длительно и аварийно допустимому току;
- условию коронирования проводов и уровню радиопомех;
- термической стойкости с учетом [2];
- механической прочности.

5.2.1.4. Минимально допустимые сечения ПНП по условиям механической прочности устанавливаются изготовителем ПНП для каждой марки.

5.2.1.5. Расчет длительно допустимого тока ПНП осуществляется в соответствии с [10]. При этом параметры ПНП для расчета следует применять по данным изготовителя ПНП (технические параметры ПНП, допущенные к применению на объектах ПАО «ФСК ЕЭС», например, указанные в Приложении В).

5.2.1.6. По условиям короны и радиопомех диаметр ПНП рекомендуется применять не менее указанного в Таблице 2.5.6 [2].

5.2.1.7.При выборе типа и конструкции опор, грозотроса с применением при проектировании ВЛ ПНП следует учитывать его механические характеристики.

5.2.1.8. Расстановка опор при проведении ТЭО на этапе разработки ОТР для каждого типа ПНП и провода АС осуществляется для системы: провод – опора – фундамент – трос в различных сочетаниях климатических условий в районах прохождения трассы ВЛ.

ТЭО для различных вариантов конструкции системы провод – опора – фундамент – трос должно осуществляться после выбора трассы ВЛ.

5.2.1.9.Алгоритм систематического расчета компактированного ПНП аналогичен алгоритму расчета проводов типа АС, алгоритм ВТП в общем виде представлен в п. 5.2.2.

5.2.1.10. При применении ВТП на ВЛ любого номинального напряжения проверку габаритов от провода до поверхности земли в населенной, ненаселенной и труднодоступной местности или пересекаемых сооружений необходимо дополнительно осуществлять при максимальном

рабочем токе или, при отсутствии данных, при длительно допустимых токах, кроме случаев пересечения, оговоренных в [9].

5.2.1.11. Расчётные гололёдные и ветровые нагрузки на ПНП определяются согласно п. 2.5.11 [2], при этом значения коэффициентов принимаются по пунктам 2.5.54 и 2.5.55 [2] и [8].

5.2.1.12. При строительстве ВЛ наибольшими возможными значениями механического напряжения в ПНП являются допустимые напряжения по условию прочности провода при трех основных нормативных сочетаниях климатических условий, которые задаются в качестве исходных данных:

- при наибольшей нагрузке;
- при низшей температуре;
- при среднегодовой температуре.

5.2.1.13. Допустимые напряжения при наибольшей нагрузке и низшей температуре, а также при среднегодовой температуре в механических расчётах ПНП следует принимать в соответствии с данными изготовителя.

При этом значения допустимых напряжений, предоставленных изготовителем, должны быть подтверждены расчетом и протоколами испытаний по проводу в целом.

5.2.1.14. При реконструкции ВЛ без усиления опор необходимо вместе с допустимыми напряжениями по условию прочности ПНП дополнительно учитывать допустимые напряжения по условию сохранения нагрузок на опоры.

5.2.1.15. Механический расчет ПНП рекомендуется выполнять с использованием специализированных ПТК.

При расчетах ПНП следует применять методики и ПТК, рекомендуемые производителями ПНП конкретного типа. Применение иных методик расчета рекомендуется согласовывать с производителями ПНП.

5.2.2. Особенности систематического расчета ВТП при новом строительстве и реконструкции ВЛ.

В общем случае, расчет ВТП должен выполняться в ПТК, в алгоритм которого заложен графический метод, позволяющий использовать характеристики ВТП, приведенные на рисунке 1.

5.2.2.1. Исходные данные по ВТП:

Параметры и характеристики ВТП (Приложение В, либо данные заводов-изготовителей):

- конструкция провода, его масса, внешний диаметр, а для провода с зазором дополнительно диаметр сердечника;
- допустимые напряжения в ПНП при среднегодовой температуре, наибольшей нагрузке и низшей температуре;

– площадь поперечного сечения провода в целом и сердечника, коэффициенты линейного температурного расширения и конечные модули упругости для ТПЧ и сердечника;

– длительно и аварийно допустимая температура нагрева;

– значение начального (монтажного) модуля упругости, а также модуля вытяжки (ползучести).

5.2.2.2. Определение нормативных и расчетных механических нагрузок в соответствии с п. 2.5 [2].

5.2.2.3. Допустимые напряжения по условию прочности ВТП.

При реконструкции ВЛ окончательный выбор допустимых напряжений осуществляется сравнением значений допустимых напряжений по условию сохранения нагрузок на опоры и по условию прочности провода. Как правило, в качестве наибольших возможных напряжений при реконструкции принимаются допустимые напряжения по условию сохранения нагрузок на опоры, поскольку в большинстве случаев они оказываются меньше.

5.2.2.4. Рекомендации по определению точки перегиба ВТП.

Точка перегиба определяется путем построения двух разгрузочных зависимостей провода и сердечника как точка их пересечения (точка «С» на рисунке 1). Полученное в этой точке напряжение называется напряжением ТП.

Напряжение ТП зависит от значения наибольшего напряжения, температуры окружающей среды, а также от температуры, при которой были определены характеристики провода, приведенные на рисунке 1.

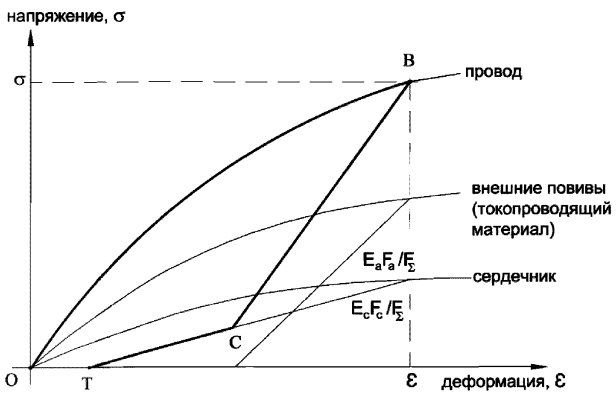


Рисунок 1. Диаграмма растяжения ВТП
Нагрузочные и разгрузочные характеристики ВТП:
ОВ и ВСТ – нагрузочная и разгрузочная характеристики провода в целом;
точка «С» (точка излома) на разгрузочной характеристике провода – ТП.

Напряжение в точке «С» - напряжение ТП. Начиная с данного значения напряжения и ниже, всю приложенную к проводу нагрузку воспринимает сердечник.

При напряжениях выше ТП (на участке ВС разгрузочной характеристики) ВТП должен моделироваться модулем упругости (Е) и коэффициентом температурного линейного расширения для провода в целом, а при напряжениях ниже точки перегиба (на участке СТ) – значениями эквивалентного модуля упругости и коэффициента температурного линейного расширения материала сердечника.

E_a и E_c - конечные модули упругости токопроводящего материала провода и сердечника, соответственно;

F_a и F_c - площади поперечных сечений токопроводящего материала провода и сердечника, соответственно; F_Σ – суммарная площадь поперечного сечения провода.

5.2.2.5.ВТП обладают следующим свойством: удлинение провода при значениях механических напряжений ниже значений напряжения ТП будет происходить в меньшей степени по сравнению с удлинением провода при значениях напряжения выше ТП при увеличении температуры на одно и то же значение. Поэтому ВТП могут использоваться при повышенных рабочих температурах и при заданном габарите обеспечивают более высокую пропускную способность ВЛ.

5.2.2.6. Расчет габаритного пролета может быть выполнен итерационным методом путем изменения длины пролета *l* до выполнения условия, при котором стрела провеса провода будет равна допустимой.

При этом на каждой итерации для текущего значения длины пролета вычисляются:

- механическое напряжение провода и напряжение ТП;
- стрела провеса провода.

5.2.2.7. При проведении систематического расчета для ПНП с зазором должно выполняться несколько расчетов при разных температурах монтажа. При определении нагрузок на опоры это температура, при которой нагрузка на опоры будет наибольшей, а при проверке габарита от провода до земли - температура монтажа, при которой стрела провеса будет наибольшей.

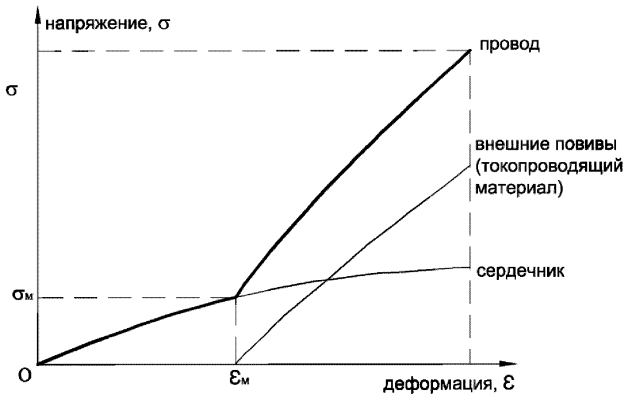


Рисунок 2. Диаграмма растяжения ВТП с зазором

При монтаже ВТП с зазором в натяжных зажимах устанавливается нулевое значение тяжения в ТПЧ, что позволяет выполнить расчет стрел провеса и тяжений посредством параллельного перемещения кривой напряжение-деформация для внешних повивов вправо на величину $\varepsilon_м$, (рисунок 2).

5.2.3. Специализированные ПТК для расчета ВТП должны быть сертифицированы и выполнять следующие требования:

a) кривая провисания провода должна моделироваться уравнением цепной линии;

b) алгоритм должен моделировать ВТП как провод с нелинейной упругостью. Математическая модель провода должна учитывать нелинейные модули упругости ТПЧ и сердечника провода.

c) ПТК осуществляет расчет ВТП для трех различных режимов и сочетаний:

– при начальной подвеске провода;

– при переходе от начального (монтажного) состояния в конечное после наибольшей расчетной вытяжки, происходящей в результате воздействия наибольшей нагрузки;

– при переходе от начального (монтажного) состояния в конечное после реализации вытяжки в результате ползучести.

d) ПТК должны выполнять расчет тяжений и стрел провеса ВТП и графически отображать в пространстве кривые провисания при различных климатических условиях и температурах в режиме монтажа, после вытяжки и после воздействия максимальной внешней климатической нагрузки одним из следующих методов:

– приведенного пролета, который моделирует усредненное тяжение для всех пролетов в пределах анкерного участка ВЛ (при устройстве больших переходов, применение данного метода не рекомендуется);

– конечных элементов, с учетом отклонения поддерживающих креплений в каждом, углов поворота трассы ВЛ и перепада высот.

e) Диаграммы начального растяжения и растяжения после ползучести для ТПЧ и сердечника ВТП задаются в виде графических зависимостей нагрузка-удлинение, а также могут быть описаны полиноминальными отношениями.

f) Расчет ВТП должен учитывать точку перегиба (рисунок 1).

g) Для ВТП с зазором механическое напряжение в проволоках наружного повива в момент монтажа провода отсутствует. Напряжение ТП ВТП с зазором равно напряжению в проводе при температуре, равной температуре монтажа, при отсутствии внешних нагрузок.

5.2.4 Для компактированных ПНП допускается предоставлять физико-механические характеристики для провода в целом, а зависимость между удлинением и механическим напряжением задавать линейным уравнением.

5.2.5 Для ВЛ с ПНП, на которых планируется проведение мероприятий по плавке гололеда, производителями ПНП должны быть предоставлены данные по допустимой температуре ПНП конкретного типа в повторно-кратковременном режиме работы линии.

5.3. Рекомендации по проектированию строительной части ВЛ с проводом нового поколения

5.3.1. При применении унифицированных типовых конструкций опор и фундаментов с ПНП следует выполнять расчеты прочности опор по первой и второй группе предельных состояний для конкретных условий эксплуатации и нагрузок на опоры со стороны проводов, тросов, а также ОКСН (при наличии таковых).

5.3.2. Монтаж ПНП, в том числе с зазором, должен осуществляться в соответствии с руководством по монтажу или по специально разработанной программе, предоставленной изготовителем.

Отступление от технологии монтажа (в том числе, в части состава применяемых механизмов и инструментов) без официального согласования с изготовителем не допускается.

5.3.3. При проектировании осуществляется проверка соответствия допустимого геометрического радиуса изгиба каждого типа ПНП углу поворота трассы. Расчетные значения геометрического радиуса ПНП должны быть приведены в технической документации изготовителя.

5.4. Рекомендации по технико-экономическому обоснованию применения на ВЛ проводов нового поколения

5.4.1. Выполняется сводный сметный расчет с учетом всех затрат для каждого варианта ПНП в сравнении с проводом АС.

5.4.1.1. При наличии на трассе проектируемой ВЛ особых специфических участков, условия на которых значительно отличаются от условий основной трассы, например, при больших переходах, должны быть выполнены отдельные расчеты для каждого подобного участка трассы с составлением отдельного ТЭО.

5.4.1.2. Стоимости ПНП, приведенные к 2001 году, для информации указаны в Приложении Е.

5.4.1.3. ТЭО осуществляется для системы опора-провод-трос-арматура-фундамент. При ТЭО вариантов должны быть учтены:

- стоимость и количество опор;
- стоимость и количество фундаментов;
- стоимость и количество изоляторов;
- стоимость ПНП;
- стоимость грозозащитного троса;
- стоимость средств защиты персонала от падения с высоты при подъеме на опору, в том числе, стоимость ЖАЛ;
- стоимость системы светоограждения;
- стоимость мероприятий по борьбе с гололедообразованием;
- потери электроэнергии, в том числе, потери на корону;
- стоимость землеотвода во временное и постоянное использование;
- стоимость СМР, в том числе стоимость СМР специфических участков трассы: больших переходов, в местах пересечения с инженерными сооружениями и т.п.;
- стоимость арматуры ВЛ;
- транспортные расходы.

5.4.2. Для ПНП с зазором следует отметить особенности закрепления провода при его подвесе на опоры, которые необходимо учитывать при ТЭО. В связи с закреплением ПНП с зазором в натяжных зажимах на сердечнике при предварительном раскручивании ТПЧ затраты по СМР, ремонту провода в процессе эксплуатации должны быть учтены при ТЭО.

5.5. Указания по выбору арматуры

5.5.1. Линейная арматура, применяемая с ПНП, не должна ухудшать его характеристик и снижать характеристики при предельно допустимом нагреве провода.

5.5.2. С ПНП должна применяться арматура, прошедшая в установленном порядке процедуру проверки качества и допущенная к применению совместно с данным типом ПНП, обеспечивающая максимальную прочность и надежность системы «провод-арматура».

Прочность заделки провода в натяжных, соединительных, ремонтных зажимах должна быть не менее 95 % от МПР ПНП [11] и [12].

Прочность заделки зажима шлейфа на магистральном проводе и

прочность заделки шлейфового провода в зажиме шлейфа принимается в соответствии с п. 8.3.5 [14].

Прочность заделки ПНП в поддерживающих зажимах должна быть от МПР не менее: с номинальными сечениями в мм^2 алюминиевой и стальной части проводов: от 25/4,2 до 600/72 - 20 %, от 70/72 до 300/204 – 10 %.[13].

Для ПНП других конструкций прочность заделки в поддерживающих зажимах должна быть не менее 20 % от МПР.

При использовании иной арматуры, прошедшей процедуру проверки качества в установленном порядке, совместно с ПНП, данное техническое решение должно быть согласовано с изготовителем провода и подтверждено испытаниями.

5.5.3. Для ПНП с композитным сердечником необходимо использовать прессуемые зажимы или цанговые зажимы.

5.5.4. С ПНП следует, как правило, применять прессуемую, спиральную натяжную и соединительную арматуру. В обоснованных случаях возможно применение клиносочленённой арматуры.

5.5.5. Рекомендованная арматура, допущенная к применению на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» с ПНП, приведена в Приложении Д.

5.5.6. Для ВТП с зазором допускается применять натяжную и соединительную арматуру только прессуемого типа.

5.5.7. Для всех видов ПНП рекомендуется применение поддерживающих зажимов типа ПГН со спиральными протекторами.

5.5.8. Для обеспечения механической прочности ПНП должны быть защищены от вибрации [2]. Защищать ПНП от вибрации рекомендуется многочастотными гасителями вибрации, например, типа Стокбриджа или иными прошедшими в установленном порядке процедуру проверки качества типами гасителей, применение одночастотных гасителей вибрации не допускается.

На проводах расщепленной фазы в пролетах и петлях анкерных опор должны быть установлены дистанционные распорки, в обоснованных случаях - демпфирующие распорки.

5.5.9. Схема виброзащиты разрабатывается заводом изготовителем гасителей вибрации с учетом марки применяемого ПНП. Схема расстановки определяет оптимальный тип гасителя, место его установки и необходимое количество гасителей в пролете.

5.6. Области рационального применения ПНП на ВЛ 220 кВ и выше

5.6.1 Область применения ПНП определяется, исходя из решаемых задач, которые следует разделить на следующие основные группы:

I. *Повышение энергетической эффективности ВЛ:*

а. на участках ЕНЭС для передачи большой мощности поставщиков электрической энергии;

б. на ВЛ, как альтернативный вариант ее переводу на более высокий класс напряжения, строительству двух цепей или увеличению сечения существующего провода.

II. *Снижения капитальных затрат*:

в. на больших переходах (таких, как судоходные реки, озера и т.д.), пересечений с инженерными сооружениями, дорогами, где требуется существенное увеличение высоты опор для соблюдения габаритных расстояний;

г. на протяженных прямолинейных участках трассы ВЛ с возможностью снижения количества промежуточных опор.

5.6.2 Рекомендованная область применения различных типов ПНП для ВЛ напряжением 220 кВ и выше приведена в Приложении Б.

Приложение А
(справочное)

Номенклатура неизолированных проводов нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше

Марка провода	Особенности конструкции	Изготовитель	Материал		Температура нагрева провода, °С	
			ТПЧ	Сердечника	Длительно допустимая	Аварийно допустимая*
1 Компактированные провода						
AACSRZ	Провод из алюминиевого сплава со стальным сердечником. Токопроводящая часть-из 1,2 или 3 повивов профилированных Z–образных проволок, изготовленных из алюминий-магниевого сплава по стандарту МЭК 60104[6], МЭК 60889[5]. Проволоки сердечника изготовлены из стальной оцинкованной проволоки по стандарту МЭК 60888 (возможно изготовление на заказ сердечника из высокопрочной, сверхпрочной или алюминиевой (алюминированной) стали)	ООО «Ламифил» (Россия)	Проволока из алюминиевого сплава	Проволока стальная высокопрочная	90	95
AAAC – Z	Провод из проволок из термообработанного алюминиевого сплава (не менее одного слоя Z–образных проволок)	ООО «Ламифил» (Россия)	Проволока из алюминий-магниевого сплава	-	90	95
АСВП	Провод сталеалюминиевый высокопрочный одинарной свивки с линейным касанием проволок типа ЛК-0; ЛК-Р с пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями	ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский» (Россия)	Проволока из алюминиевого сплава	Проволока стальная высокопрочная	70	90

Марка провода	Особенности конструкции	Изготовитель	Материал		Температура нагрева провода, °С	
			ТПЧ	Сердечника	Длительно допустимая	Аварийно допустимая*
АСку (АСк2у)	Провод компактированный с токоведущими алюминиевыми проволоками трапецеидального сечения, навитых слоями поверх стального сердечника, где: АСку сечением до 240 мм^2 включительно, АСк2у сечением свыше 240 мм^2	ОАО «Кирскабель» (Россия)	Проволока алюминиевая	Проволока стальная высокопрочная	90	95
2 ВТП						
АСВТ	Провод сталеалюминиевый ВТП одинарной свивки с линейным касанием проволок типа ЛК-0; ЛК-Р с пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями	ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский» (Россия)	Проволока из термостойкого сплава (Al-Zr)	Проволока стальная оцинкованная	150	210
АСПТ	Провод из термостойкого алюминиевого сплава круглой формы с сердечником из стальной проволоки, плакированной алюминием. Для сердечника используется стальная проволока, плакированная алюминием, класса 20SA, типа А по стандарту МЭК 61232[4]. Токопроводящая часть провода состоит из нескольких повивов круглых проволок, изготовленных из термостойкого алюминиевого (алюминий-циркониевого) сплава типа АТ1 по стандарту ГОСТ Р МЭК 62004	ООО «ЭМ-Кабель» (Россия)	Проволока из термостойкого алюминиевого (алюминий-циркониевого) сплава	Проволока стальная плакированная алюминием	150	180

Марка провода	Особенности конструкции	Изготовитель	Материал		Температура нагрева провода, °С	
			ТПЧ	Сердечника	Длительно допустимая	Аварийно допустимая*
АСТ	Термостойкий провод, состоит из стального сердечника и проволок из алюминиевого сплава, скрученных концентрическими повивами поверх стального сердечника	ОАО «Кирскабель» (Россия)	Проволока из термостойкого сплава (Al-Zr)	Проволока стальная с цинко-алюминиевым покрытием	210	240
СЕНИЛЕК: АТЗ/С, АТЗП/С	Провод из термостойкого алюминиевого сплава с сердечником из стальной проволоки: АТЗ/С – состоит из сердечника из стальных оцинкованных проволок и повивов из круглых проволок из алюминиевого сплава АТЗП/С - из сердечника из стальных оцинкованных проволок и повивов из профилированных проволок из алюминиевого сплава	АО «Людиново-кабель» (Россия)	Проволока из алюминие-вого сплава типа АТЗ	Проволока стальная оцинкованная упрочненная	210	240
TACSR/ HACIN	ВТП из сплава алюминия с цирконием со стальным сердечником из инвара, плакированного высокопрочным алюминием	Фирма Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия)	Сплав алюминия с цирконием	Проволоки из сплава инвар, плакированные высоко-прочным Al	150	210
TACSR/ ACS	ВТП из сплава алюминия с цирконием со стальным сердечником, плакированным алюминием	Фирма Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия)	Сплав алюминия с цирконием	Стальные проволоки, плакированные Al	150	210

Марка провода	Особенности конструкции	Изготовитель	Материал		Температура нагрева провода, °С	
			ТПЧ	Сердечника	Длительно допустимая	Аварийно допустимая*
2.2 ВТП с композитным сердечником						
ACCC	ВТП алюминиевый с неметаллическим высокопрочным композитным сердечником из композитного материала на основе карбоновых нитей. Токопроводящая часть провода состоит из нескольких повивов профилированных трапециевидных проволок, изготовленных из отожженного алюминия по МЭК 60121[7]	ООО «Ламифил» (Россия) АО «Кирскабель» АО «Иркутск-кабель» (Россия)	Проволока из термообработанного (отожженного) Al	Гибридный композитный материал (полимер-композит) на основе карбоновых нитей	175	200
ACCR	ВТП из алюминий-циркониевого сплава с композитным сердечником с проволоками внешнего повива трапециевидного или круглого сечения	АО «Людиново-кабель» (Россия)	Проволока из термостойкого сплава Al-Zr	Металло-композит ($Al + Al_2O_3$)	210	240
2.3 ВТП с зазором между ТПЧ и сердечником						
GTACSR (GZTACSR)**	Сталеалюминиевый ВТП с зазором (между сердечником и токопроводящими повивами имеется зазор, заполненный смазкой) Проволоки токопроводящей части трапециевидного сечения из алюминий-циркониевого сплава	J -Power Systems Corporation (Япония)*	Проволоки из алюминий-циркони-евого сплава TAL (ZTAL)	Высокопрочная оцинкованная сталь	150 (210)	180 (240)

*При проектировании аварийно допустимую температуру ПНП необходимо уточнять у производителей

**Провод GTACSR (GZTACSR) с аналогичными техническими характеристиками в настоящее время выпускается ООО «Ламифил».

Приложение Б
(справочное)

Рекомендованная область применения неизолированных проводов нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше

Марка провода	Рекомендованная область применения * (буквенные обозначения согласно п. 5.6)			
	а	б	в	г
I Компактированные провода с длительно-допустимой температурой нагрева от 70 до 90 °С				
AACSRZ	–	–	+	+
AAAC –Z	–	–	–	+
АСВП	–	–	–	+
АСку (АСк2у)	–	–	+	+
II ВТП с температурой нагрева больше 90°С				
1 ВТП				
АСВТ	+	+	+	–
АСПТ	+	+	+	–
АСТ	+	+	+	–
СЕНИЛЕК АТЗ/С	+	+	+	–
СЕНИЛЕК АТЗП/С	+	+	+	–
TACSR/ACS	+	+	+	–
TACSR/HACIN	+	+	+	–
2 ВТП с композитным сердечником				
ACCC	+	+	+	+
ACCR	+	+	+	+
3 ВТП с зазором между ТПЧ и сердечником				
GTACSR (GZTACSR)	+	+	–	+

Приложение В
(справочное)

Справочная информация по основным
техническим характеристикам проводов нового поколения*

1. Компактированные провода

1.1 Компактированный провод AACSRZ

Провод неизолированный компактированный из алюминиевого сплава со стальным сердечником, соответствует требованиям [17] (изготовитель ООО «Ламифил»). Провод AACSRZ имеет ТПЧ из 1, 2 или 3 повивов профилированных Z- образных проволок, изготовленных из сплава (Al-Mg-Si) по [5] и [6] или из катанки КАС 6201-Т4 по [28]. Проволоки сердечника провода AACSRZ изготовлены из стальной оцинкованной проволоки по [4] или EN 50189 (возможны варианты изготовления сердечника из высокопрочной, сверхпрочной или алюминированной стали). Межпроволочное пространство стального сердечника, включая его наружную поверхность и межпроволочное пространство всего провода за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной стойкости к нагреву.

Конструкция провода AACSRZ представлена на рисунке В1.1.

Основные технические характеристики провода AACSRZ приведены в Таблице В1.

Длительно допустимые токи провода AACSRZ приведены в Таблице В1.1.

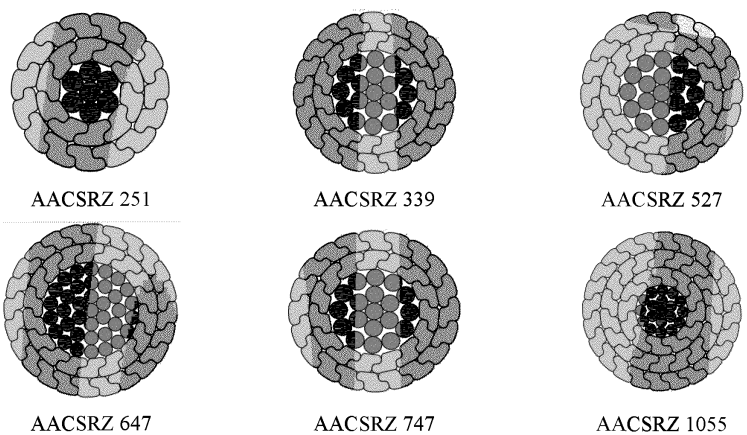


Рисунок В1.1. Сечение проводов марки AACSRZ различной конструкции

* необходимые дополнительные данные запрашиваются у изготовителей ПНП.

Таблица В1. Основные технические характеристики провода AACSRZ, изготавливаемого по [17]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм^2			Температурный коэффициент линейного Удлинения, α_L, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм^2		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м^2 °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м· °С)
	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода в целом, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм^2	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Конечный		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
AACSRZ 251	19,10	251,0	34,4	875	124,3	78,0	75,5	82,8	19,0	223	149	0,1538	23,53	0,0036	655,7
AACSRZ 339	22,45	345,9	75,6	1360	209,9	89,7	87,1	95,1	17,5	273	182	0,1234	22,21	0,0036	934,3
AACSRZ 527	27,60	526,6	117,0	2081	312,4	90,2	87,6	95,6	17,4	267	178	0,0815	20,65	0,0036	1425,1
AACSRZ 647	31,00	646,9	213,4	2936	471,1	106,5	107,0	112,4	15,9	328	218	0,0771	19,83	0,0036	1826,3
AACSRZ 649	31,00	649,0	215,5	2947	484,5	107,4	107,5	112,8	15,8	336	224	0,0771	19,83	0,0036	1831,5
AACSRZ 747	33,10	746,4	227,0	3277	508,6	103,0	102,5	109,2	16,2	307	204	0,0643	19,38	0,0036	2085,0
AACSRZ 797	34,30	796,9	211,8	3342	516,4	97,0	96,1	102,8	16,7	292	194	0,0571	19,14	0,0036	2196,0
AACSRZ 835	35,10	835,2	211,8	3448	528,4	95,3	94,4	101,0	16,9	285	190	0,0536	18,99	0,0036	2290,9
AACSRZ 1055	39,20	1055,1	121,2	3565	484,2	74,8	72,9	77,7	19,5	207	138	0,0357	18,26	0,0036	2739,2

Таблица В1.1. Длительно допустимые токи компактированного ПНП AACSRZ при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
AACSRZ 251	90	651
AACSRZ 339		756
AACSRZ 527		979
AACSRZ 647		1 037
AACSRZ 649		1 037
AACSRZ 747		1 154
AACSRZ 797		1 235
AACSRZ 835		1 282
AACSRZ 1055		1 601

1.2 Компактированный ПНП AAAC-Z.

Неизолированный компактированный провод AAAC-Z выполнен из алюминиевого сплава, соответствует требованиям [17] (изготовитель ООО «Ламифил»). Провод AAAC-Z изготовлен из сплава (Al-Mg-Si) по стандартам [5] и [6] или из катанки КАС 6201-Т4 по [28], имеет, по крайней мере, один слой Z-образных проволок. Межпроволочное пространство провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой с повышенной стойкостью к нагреву.

Конструкция провода AAAC-Z представлена на рисунке В2.

Основные технические характеристики провода AAAC-Z приведены в Таблице В2.

Длительно допустимые токи провода AAAC-Z приведены в Таблице В2.1.

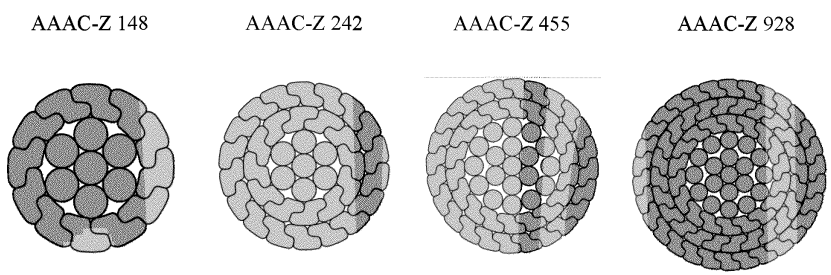


Рисунок В2. Сечение проводов марки AAAC-Z различной конструкции

Таблица В2. Основные технические характеристики провода AAAC-Z, изготавливаемого по [17]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм^2			Температурный коэффициент удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление провода постоянному току при t = 20 °С,Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м^2 °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м.°С)
	Диаметр провода, мм	Сечения провода, мм^2	Сечения сердечника, мм^2	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Конечный		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
AAAC-Z 148-1Z	14,70	149,09	-	423	47,74	59,34	59,19	66,76	23,0	144	96	0,2259	25,85	0,0036	368,1
AAAC-Z 177-1Z	16,50	179,27	-	507	57,07	59,31	59,18	66,61	23,0	143	96	0,1851	24,79	0,0036	441,5
AAAC-Z 242-2Z	18,90	246,00	-	687	79,96	60,41	58,85	66,51	23,0	146	98	0,1352	23,62	0,0036	608,0
AAAC-Z 261-2Z	19,60	265,70	-	742	86,35	61,12	58,74	66,44	23,0	146	97	0,1252	23,36	0,0036	656,4
AAAC-Z 301-2Z	21,00	306,29	-	856	99,54	61,13	58,62	66,39	23,0	146	97	0,1086	22,74	0,0036	756,7
AAAC-Z 346-2Z	22,40	351,44	-	982	111,27	61,22	58,56	66,36	23,0	142	95	0,0947	22,23	0,0036	867,7
AAAC-Z 366-2Z	23,10	372,26	-	1040	117,86	61,42	58,50	66,33	23,0	142	95	0,0894	21,98	0,0036	919,6
AAAC-Z 455-2Z	26,10	461,73	-	1306	150,06	61,56	58,35	66,30	23,0	146	97	0,0722	21,05	0,0036	1142,6
AAAC-Z 504-2Z	27,45	511,25	-	1445	166,16	61,73	58,29	66,23	23,0	146	98	0,0652	20,68	0,0036	1264,4
AAAC-Z 538-2Z	28,35	546,00	-	1543	177,39	61,96	58,12	66,17	23,0	146	97	0,0610	20,45	0,0036	1350,4
AAAC-Z 635-1Z	31,50	641,00	-	1858	205,38	62,0	57,83	66,15	23,0	144	96	0,0520	19,70	0,0036	1585,0
AAAC-Z 648-2Z	31,10	657,80	-	1860	208,98	62,03	57,55	66,06	23,0	143	95	0,0507	19,79	0,0036	1627,1
AAAC-Z 666-2Z	31,50	675,58	-	1910	214,64	62,14	57,27	65,86	23,0	143	95	0,0493	19,70	0,0036	1670,9
AAAC-Z 707-2Z	32,40	717,03	-	2028	225,86	62,21	57,06	65,65	23,0	142	94	0,0465	19,51	0,0036	1773,9
AAAC-Z 928-3Z	36,90	943,67	-	2650	298,93	62,51	57,04	65,64	23,0	143	95	0,0353	18,63	0,0036	2336,3

Таблица В2.1. Длительно допустимые токи компактированного провода AAAC-Z при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
AAAC-Z 148-1Z	90	504
AAAC-Z 177-1Z		572
AAAC-Z 242-2Z		692
AAAC-Z 261-2Z		742
AAAC-Z 301-2Z		792
AAAC-Z 346-2Z		864
AAAC-Z 366-2Z		893
AAAC-Z 455-2Z		1 022
AAAC-Z 504-2Z		1 088
AAAC-Z 538-2Z		1 133
AAAC-Z 635-1Z		1 257
AAAC-Z 648-2Z		1 268
AAAC-Z 666-2Z		1 290
AAAC-Z 707-2Z		1 336
AAAC-Z 928-3Z		1 571

1.3 Компактированный ПНП АСВП

Сталеалюминиевый провод одинарной навивки с линейным касанием проволок типа ЛК-О и ЛК-Р с пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями провода. Выпускается филиалом «Волгоградский» ОАО «Северсталь-метиз» (поставщик ООО «Энергосервис»). Провод соответствует требованиям [19].

Сталеалюминевые провода АСВП изготавливаются в семи исполнениях:

- исполнение I – конструкции 1х35(К(1+6)+К(14+14));
- исполнение II – конструкции 1х36(К(1+7)+К(14+14));
- исполнение III – конструкции 1х31(К(1+6)+К(8+8/8));
- исполнение IV – конструкции 1х32(К(1+7)+К(8+8/8));
- исполнение V – конструкции 1х6(К(1+5));
- исполнение VI – конструкции 1х50(К(1+5+5/5+10)+К(8+8/8));
- исполнение VII – конструкции 1х7(К(1+6)),

где К – процесс пластического обжатия».

Конструкция провода АСВП представлена на рисунке В3.

Основные технические характеристики провода АСВП приведены в Таблице В3.

Длительно допустимые токи провода АСВП приведены в Таблице В3.1.

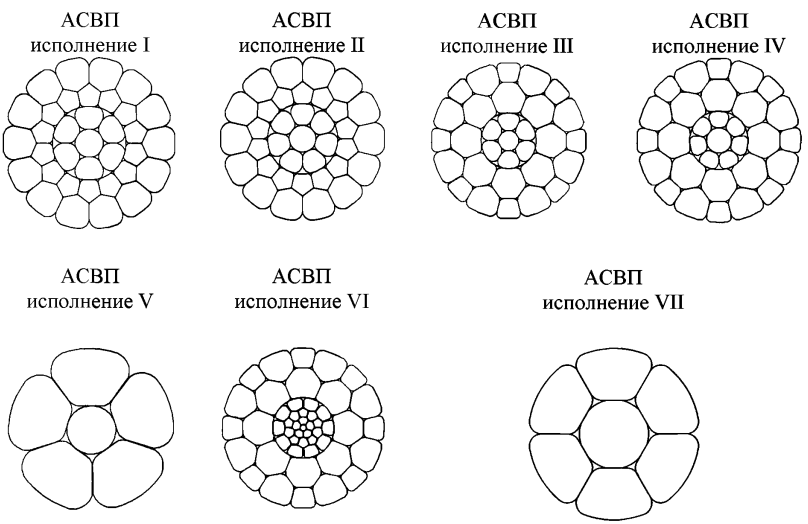


Рисунок В3. Сечение сталеалюминевых проводов АСВП различной конструкции

Таблица В3. Основные технические характеристики провода АСВП, изготавливаемого по [19]

Марка провода	Диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Удельная масса провода (со смазкой),кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Модули упругости, кН/мм²			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м² °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Конечный	Начальный	Вытяжки (ползучести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
Провод АСВП исполнение I															
АСВП 128/36	15,2	128/36,3	36,3	659,5	77,07	91,0	83,0	72	18	211,08	140,72	0,225	18,53	0,0403	464,65
АСВП 133/37	15,4	133,2/37,7	37,7	686	80,14	91,0	82,0	71	18	211,02	140,68	0,217	18,41	0,0403	483,56
АСВП 139/38	15,67	138,6/38	38	703,2	81,17	91,0	81,0	71	18	206,83	137,89	0,207	18,25	0,0403	498,19
АСВП 159/44	16,8	158,8/44	44	809,4	93,20	91,0	82,0	69	18	206,8	137,87	0,181	17,64	0,0403	572,49
АСВП 162/45	17,1	162,3/45,5	45,5	831	96,15	91,0	82,0	70	18	208,21	138,81	0,178	17,48	0,0403	587,23
АСВП 168/49	17,5	168,2/48,8	48,8	875	102,03	91,0	83,0	71	18	211,59	141,06	0,171	17,28	0,0403	614,47
АСВП 174/50	17,73	174,3/50,2	50,2	903,5	104,89	91,0	83,0	70	18	210,24	140,16	0,1655	17,17	0,0403	635,22
АСВП 190/54	18,5	190,4/53,8	53,8	980,5	113,05	91,0	82,0	70	18	208,33	138,89	0,152	16,82	0,0403	691,44
АСВП 197/55	18,8	196,8/55,5	55,5	1011	116,75	91,0	82,0	70	18	208,23	138,82	0,146	16,69	0,0403	713,23
АСВП 197/56	18,9	196,8/55,8	55,8	1013,5	117,15	91	82	70	18	208,69	139,13	0,146	16,64	0,0403	714,22
АСВП 214/61	19,6	214/60,9	60,9	1103,6	126,67	91	82	69	18	207,36	138,24	0,1348	16,35	0,0403	777,27
АСВП 218/63	19,82	217,9/62,7	62,7	1130	130,1	91	83	69	18	208,64	139,09	0,1329	16,26	0,0403	794,43
АСВП 258/73	21,6	257,7/72,7	72,7	1323,7	151,53	91	82	68	18	206,39	137,59	0,1116	15,59	0,0403	933,66

Марка провода	Диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм^2	Сечение сердечника, мм^2	Удельная масса провода (со смазкой),кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Модули упругости, кН/мм^2			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм^2		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Конечный	Начальный	Вытяжки (получести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
АСВП 277/79	22,4	277,3/78,8	78,8	1429	163,94	91	82	69	18	207,17	138,11	0,104	15,31	0,0403	1006,72
АСВП 371/106	26,0	371,4/106,5	106,5	1921,8	220,4	91	82	69	18	207,54	138,36	0,0776	14,21	0,0403	1352,00
Провод АСВП исполнение II															
АСВП 128/37	15,2	128/37,1	37,1	665,6	79,22	91	83	72	18	215,93	143,95	0,2288	18,53	0,0403	467,47
АСВП 133/38	15,4	133,2/38,6	38,6	693	81,46	91	83	72	18	213,37	142,25	0,217	18,41	0,0403	486,76
АСВП 139/39	15,67	138,6/38,9	38,9	710,5	82,55	91	82	71	18	209,27	139,52	0,207	18,25	0,0403	501,57
АСВП 159/45	16,8	158,8/45,6	45,6	822,6	95,69	91	83	70	18	210,67	140,45	0,181	17,64	0,0403	578,6
АСВП 162/47	17,1	162,3/47,3	47,3	846,2	968,82	91	83	71	18	2080,01	1386,68	0,178	17,48	0,0403	593,81
АСВП 168/51	17,5	168,2/50,8	50,8	891,4	105,12	91	84	72	18	216	144	0,171	17,28	0,0403	622,04
АСВП 174/51	17,73	174,3/51,1	51,1	911	102,83	91	83	71	18	205,3	136,86	0,1655	17,17	0,0403	638,65
АСВП 190/55	18,5	190,4/55	55	990,3	114,9	91	83	70	18	210,69	140,46	0,152	16,82	0,0403	696,14
АСВП 197/56	18,8	196,8/56,9	56,9	1022,2	116,85	91	83	71	18	207,26	138,17	0,146	16,69	0,0403	718,21
АСВП 197/57	18,9	196,8/57,2	57,2	1024,5	119,26	91	83	71	18	211,29	140,86	0,146	16,64	0,0403	719,34
АСВП 214/61	19,6	214/61,3	61,3	1107	127,33	91	82	69	18	208,13	138,76	0,1348	16,35	0,0403	778,87
АСВП 218/63	19,82	217,9/63,3	63,3	1134	130,94	91	83	69	18	209,54	139,69	0,1329	16,26	0,0403	796,45
АСВП 258/74	21,6	257,7/74,3	74,3	1337	154	91	83	69	18	208,73	139,15	0,1116	15,59	0,0403	939,67
АСВП 277/81	22,4	277,3/81,2	81,2	1449	167,66	91	83	69	18	210,45	140,3	0,104	15,31	0,0403	1015,84

Марка провода	Диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм^2	Сечение сердечника, мм^2	Удельная масса провода (со смазкой),кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Модули упругости, кН/мм^2			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм^2		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Конечный	Начальный	Вытяжки (получести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
АСВП371/109	26	371,4/109,5	109,5	1946	225	91	83	69	18	210,54	140,36	0,0776	14,21	0,0403	1363,28
Провод АСВП исполнение III															
АСВП 461/64	26,91	461,5/64,9	64,9	1840	170,51	78	69	54	19,8	145,76	97,17	0,0625	14,03	0,0403	1426,26
АСВП 477/66	27,5	477,6/66,8	66,8	1900	175,91	78	69	54	19,8	145,41	96,94	0,0604	13,91	0,0403	1473,28
АСВП 571/80	30	571,9/80,9	80,9	2283	211,99	78	69	54	19,8	146,14	97,42	0,0504	13,45	0,0403	1768,56
Провод АСВП исполнение IV															
АСВП 150/23	15,4	150,1/22,7	22,7	610	57,4	79	70	57	19,6	149,48	99,65	0,192	18,41	0,0403	469,23
АСВП 295/44	21,5	294,8/43,9	43,9	1208	109,7	78	70	55	19,64	145,75	97,17	0,098	15,61	0,0403	930,55
АСВП 317/47	22,3	317,3/47,3	47,3	1294	117,5	79	70	55	19,64	145,02	96,68	0,091	15,35	0,0403	995,62
АСВП 389/59	24,75	388,6/58,8	58,8	1591	143,5	79	70	55	19,6	144,33	96,22	0,074	14,59	0,0403	1222,66
АСВП 403/61	25,2	403,4/61	61	1651	149	79	70	55	19,6	144,38	96,25	0,072	14,46	0,0403	1268,8
Провод АСВП исполнение V															
АСВП 49/6	8,9	49,5/5,51	5,51	182	16,26	75	66	54	20,28	118,23	88,67	0,582	24,13	0,0403	144,29
АСВП 57/6	9,6	56,7/6,37	6,37	209	18,73	75	66	54	20,26	118,79	89,09	0,508	23,25	0,0403	165,04
АСВП 68/8	10,4	67,6/7,54	7,54	248	22,24	75	66	54	20,28	118,39	88,79	0,426	22,34	0,0403	196,84
АСВП 81/9	11,4	81,3/9,07	9,07	299	26,75	75	66	54	20,27	118,4	88,8	0,354	21,35	0,0403	236,49

Марка провода	Диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Удельная масса провода (со смазкой),кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Модули упругости, кН/мм²			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м² °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Конечный	Начальный	Вытяжки (ползучести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
АСВП 98/11	12,6	98,2/11	11	361	31,41	75	66	54	20,26	129,44	86,29	0,293	20,32	0,0403	286,29
АСВП 112/13	13,5	112,4/12,6	12,6	413	35,84	75	66	54	20,27	129,02	86,02	0,256	19,64	0,0403	327,3
Провод АСВП исполнение VI															
АСВП 216/33	18,5	216,3/32,9	32,9	885	88,5	79	70	55	19,62	159,81	106,54	0,133	16,82	0,0403	680,59
Провод АСВП исполнение VII															
АСВП 50/8	8,9	48/6,15	6,15	186	17	77	68	56	19,98	125,58	94,18	0,6	24,13	0,0403	145,27

Таблица В3.1. Длительно допустимые токи компактированного провода АСВП при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
Провод АСВП исполнение I	70	
АСВП 128/36		408
АСВП 133/37		415
АСВП 139/38		430
АСВП 159/44		465
АСВП 162/45		479
АСВП 168/49		494
АСВП 174/50		499
АСВП 190/54		528
АСВП 197/55		539
АСВП 197/56		538
АСВП 214/61		566
АСВП 218/63		578
АСВП 258/73		639
АСВП 277/79		672
АСВП 371/106		812
Провод АСВП исполнение II		
АСВП 128/37		408
АСВП 133/38		415
АСВП 139/39		430
АСВП 159/45		465
АСВП 162/47		479
АСВП 168/51		494
АСВП 174/51		499
АСВП 190/55		528
АСВП 197/57		539
АСВП 214/61		538
АСВП 218/63		566
АСВП 258/74		578
АСВП 277/81		639
АСВП371/109		672
Провод АСВП исполнение III		812
АСВП 461/64		900
АСВП 477/66		918
АСВП 571/80		1035
Провод АСВП исполнение IV		
АСВП 150/23		440

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСВП 295/44		678
АСВП 317/47		709
АСВП 389/59	70	810
АСВП 403/61		826
Провод АСВП исполнение V		
АСВП 49/6		210
АСВП 57/6		229
АСВП 68/8		256
АСВП 81/9		288
АСВП 98/11		324
АСВП 112/13		353
Провод АСВП исполнение VI		
АСВП 216/33		556
Провод АСВП исполнение VII		
АСВП 50/8		220

1.4 Компактированный ПНП АСк2у

Провод неизолированный компактированный, соответствует требованиям [20]. Провода состоят из стального сердечника и нескольких концентрических повивов профилированных алюминиевых проволок трапециевидной формы. Сердечник провода АСк2у состоит из стальных проволок с цинко-алюминиевым покрытием, изготовленных в соответствии со стандартом [16]. Изготовитель провода - ОАО «Кирскабель». Конструкция провода АСк2у представлена на рисунке В4.

Основные технические характеристики провода АСк2у даны в Таблице В.4.

Длительно допустимые токи провода АСк2у (АСку) приведены в Таблицах В4.1(В5.1)

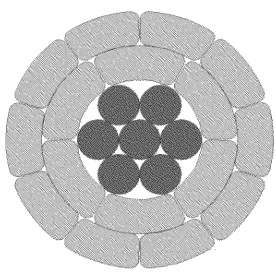


Рисунок В4. Сечение провода марки АСк2у

1 - Сердечник из стальных проволок;

2 - Токоведущая часть из алюминиевых профилированных проволок.

Таблица В4 Основные технические характеристики провода АСк2у, изготавливаемого по [20]

Марка провода	Характеристика провода					Модуль упругости, кН/мм²			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6} град	Допустимое напряжение, Н/мм²		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м· °С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечения сердечника, мм²	Удельная масса провода (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Начальный	Конечный	Вытяжки (ползучести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
АСк2у 240/39	19,6	279	39	954	99,9	81,65	84,61	81,65	18,9	158,24	105,50	0,1210	18,0	0,00403	748,84
АСк2у 240/56	20,4	296	56	1087	129,7	90,79	93,70	90,79	17,9	197,15	131,43	0,1185	17,7	0,00403	813,07
АСк2у 300/39	21,5	336,1	38,6	1116	106,4	78,11	80,53	78,11	18,1	142,39	94,93	0,0948	17,3	0,00403	899,27
АСк2у 300/66	22,5	363,8	65,8	1328	150,9	87,85	90,72	87,85	16,9	186,65	124,44	0,099	17,0	0,00403	1000,88
АСк2у 330/43	22,6	371	43,1	1229	117,2	78,91	81,55	78,91	18,1	142,10	94,73	0,086	16,9	0,00403	989,83
АСк2у 400/51	24,8	439,2	50	1481	140,2	78,11	80,53	78,11	18,1	143,6	95,73	0,0726	16,2	0,00403	1195,05
АСк2у 400/64	25,3	463,5	63,5	1582	161,6	83,37	86,41	83,37	17,6	156,89	104,60	0,0707	16,2	0,00403	1209,89
АСк2у 400/93	26,3	493	93	1810	200,2	88,35	91,74	88,35	17,9	182,74	121,83	0,0707	16,1	0,00403	1353,22
АСк2у 500/64	27,8	562	63,5	1853	175,6	78,01	80,41	78,01	18,1	140,6	93,74	0,0582	15,9	0,00403	1495,58

1.5 Компактированный ПНП АСку

Провод неизолированный, компактированный, соответствует требованиям [21]. Провода состоят из стального сердечника и нескольких концентрических повивов профилированных алюминиевых проволок трапециевидной формы. Сердечник провода АСк2у состоит из стальных проволок с цинко-алюминиевым покрытием, изготовленных в соответствии со стандартом [16]. Изготовитель провода - ОАО «Кирскабель».

Конструкция провода АСк2у представлена на рисунке В4.

Основные технические характеристики провода АСк2у даны в Таблице В5.

Таблица В5. Основные технические характеристики провода АСку, изготавливаемого по [21]

Марка провода	Характеристика провода					Модуль упругости, кН/мм²			Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град	Допустимое напряжение, Н/мм²		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
	Диаметр провода, мм	Сечения провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Удельная масса (со смазкой), кг/км	Разрывное усилие провода, кН	Начальный	Конечный	Вытяжки (ползучести)		при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
АСку 120/19	13,8	139	19	473	49,7	83,3	86,4	83,3	19	160,8	107,2	0,244	21,2	0,00403	372,28
АСку 120/27	14,5	147	27	536	64,1	89,7	92,9	89,7	18	196,07	130,71	0,2531	20,7	0,00403	402,00
АСку 150/19	15,2	169	19	554	54,6	79,8	83,0	79,8	19,6	145,45	96,97	0,2046	20,2	0,00403	447,49
АСку 150/24	15,5	174	24	593	63,4	83,5	86,5	83,5	19	163,84	109,22	0,2039	20,1	0,00403	466,19
АСку 150/34	16,2	184	34	672	80,5	90,0	93,1	90,0	18	196,88	131,25	0,2061	19,7	0,00403	503,57
АСку 185/24	17	209	24	688	67	80,5	83,3	80,5	19,5	144,2	96,14	0,154	19,2	0,00403	554,40
АСку 185/29	17,1	214	29	727	75,6	83,2	86,2	83,2	19	159,07	106,05	0,1591	19,2	0,00403	573,10
АСку 185/43	17,9	228	43	837	100,2	90,6	93,6	90,6	17,9	197,81	131,88	0,1559	18,8	0,00403	625,82
АСку 240/32	19,4	272	32	899	87,7	80,8	83,7	8,8	19,4	145,06	96,71	0,1182	18,1	0,00403	722,96
АСку 240/39	19,6	279	39	954	99,9	81,7	84,6	81,7	18,9	158,24	105,50	0,1210	18,0	0,00403	748,84
АСку 240/56	20,4	296	56	1087	129,7	90,8	93,7	90,8	17,9	197,15	131,43	0,1185	17,7	0,00403	813,07

Таблица В4.1. Длительно допустимые токи компактированного ПНП АСк2у при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСк2у 240/39	90	826
АСк2у 240/56		н/д
АСк2у 300/39		960
АСк2у 300/66		953
АСк2у 330/43		1024
АСк2у 400/51		1146
АСк2у 400/64		н/д
АСк2у 400/93		1178
АСк2у 500/64		1342

Таблица В5.1. Длительно допустимые токи компактированного ПНП АСку при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСку 120/19	90	526
АСку 120/27		525
АСку 150/19		592
АСку 150/24		596
АСку 150/34		601
АСку 185/24		705
АСку 185/29		695
АСку 185/43		712
АСку 240/32		838
АСку 240/39		826
АСку 240/56		845

2 ВТП

2.1 ВТП АСВТ

Провод неизолированный сталеалюминиевый ВТП одинарной свивки с линейным касанием проволок типа ЛК-О и ЛК-Р с пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями. Изготовитель ОАО «Северсталь - Метиз» - филиал «Волгоградский» (поставщик ООО «Энергосервис»). Провод соответствует требованиям [19].

Сталеалюминевые провода АСВТ изготавливаются в семи исполнениях:

- исполнение I [конструкции 1х35 (К(1+6)+К(14+14)];
- исполнение II [конструкции 1х36 (К(1+7)+К(14+14)];
- исполнение III [конструкции 1х31 (К(1+6)+К(8+8/8)];
- исполнение IV [конструкции 1х32 (К(1+7)+К(8+8/8)];
- исполнение V [конструкции 1х6 (К(1+5)];
- исполнение VI [конструкции 1х50 (К(1+5+5/5+10)+К(8+8/8)];
- исполнение VII [конструкции 1х7 (К(1+6)],

где К – процесс пластического обжатия.

Конструкция провода АСВТ представлена на рисунке В6.

Основные технические характеристики провода АСВТ приведены в Таблице В6.

Длительно допустимые токи провода АСВТ приведены в Таблице В6.1.

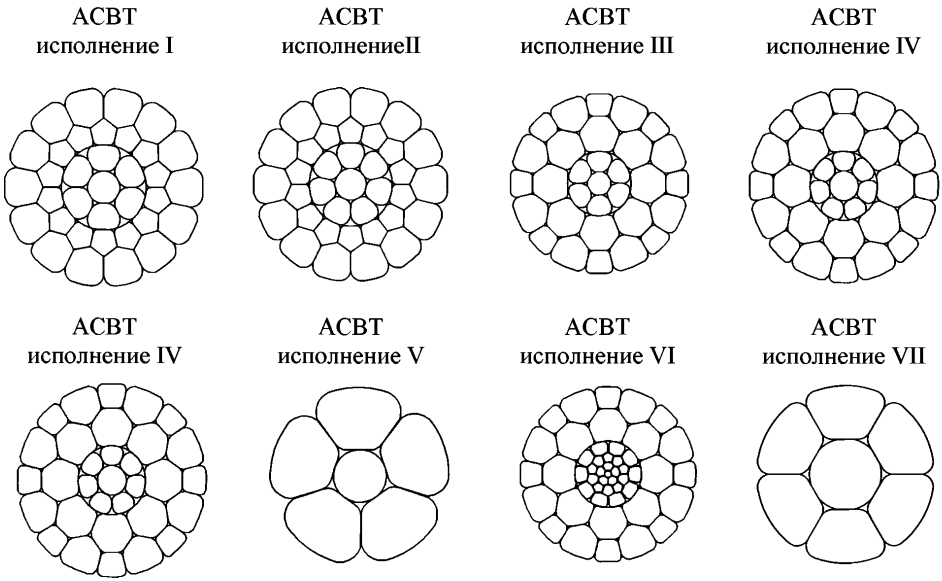


Рисунок В5. Сечение сталеалюминевых проводов АСВТ различной конструкции

Таблица В6. Основные технические характеристики провода АСВТ, изготавливаемого по [19]

Марка провода	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм.^{2}	Удельная масса провода со смазкой, кг/км	МПР повода, кН	Модули упругости, кН/мм^2				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км не более	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Начальный	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
Провод АСВТ исполнение I																	
АСВТ 128/36	15,2	128/ 36,3	36,3	659,5	77,07	83	72	91	178,6	19,3	14,6	211,08	140,72	0,2282	18,77	0,0403	489,03
АСВТ 133/37	15,4	133,2/ 37,7	37,7	686,0	80,14	82	71	91	178,6	19,3	14,6	211,02	140,68	0,2200	18,65	0,0403	508,93
АСВТ 139/38	15,67	138,6/ 38	38	703,2	81,17	81	71	91	178,6	19,2	14,6	206,83	137,89	0,2099	18,5	0,0403	524,19
АСВТ 159/44	16,8	158,8/ 44	44	809,4	93,2	82	69	91	178,6	19,2	14,6	206,8	137,87	0,1835	17,89	0,0403	602,41
АСВТ 162/45	17,1	162,3/ 45,5	45,5	831,0	96,15	82	70	91	178,6	19,3	14,6	208,21	138,81	0,1805	17,74	0,0403	617,99
АСВТ 168/49	17,5	168,2/ 48,8	48,8	875,0	102,03	83	71	91	178,6	19,3	14,6	211,59	141,06	0,1734	17,55	0,0403	646,81
АСВТ 174/50	17,73	174,3/ 50,2	50,2	903,5	104,89	83	70	91	178,6	19,3	14,6	210,24	140,16	0,1678	17,44	0,0403	668,62
АСВТ 190/54	18,5	190,4/ 53,8	53,8	980,5	113,05	82	70	91	178,6	19,3	14,6	208,33	138,89	0,1541	17,09	0,0403	727,68
АСВТ 197/55	18,8	196,8/ 55,5	55,5	1011,0	116,75	82	70	91	178,6	19,3	14,6	208,23	138,82	0,148	16,96	0,0403	750,62
АСВТ 197/56	18,9	196,8/ 55,8	55,8	1013,5	117,15	82	70	91	178,6	19,3	14,6	208,69	139,13	0,148	16,91	0,0403	751,69

Марка провода	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм.^{2}	Удельная масса провода со смазкой, кг/км	МПР повода, кН	Модули упругости, кН/мм^2				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км не более	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Начальный	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСВТ 214/61	19,6	214/ 60,9	60,9	1103,6	126,67	82	69	91	178,6	19,3	14,6	207,36	138,24	0,1367	16,62	0,0403	818,07
АСВТ 218/63	19,82	217,9/ 62,7	62,7	1130,0	130,1	83	69	91	178,6	19,3	14,6	208,64	139,09	0,1348	16,54	0,0403	836,2
АСВТ 258/73	21,6	257,7/ 72,7	72,7	1323,7	151,53	82	68	91	178,6	19,3	14,6	206,39	137,59	0,1132	15,88	0,0403	982,6
АСВТ 277/79	22,4	277,3/ 78,8	78,8	1429,0	163,94	82	69	91	178,6	19,3	14,6	207,17	138,11	0,1055	15,61	0,0403	1059,55
АСВТ 371/106	26	371,4/ 106,5	106,5	1921,8	220,4	82	69	91	178,6	19,3	14,6	207,54	138,36	0,0787	14,59	0,0403	1423,04
Провод АСВТ исполнение II																	
АСВТ 128/37	15,2	128/ 37,1	37,1	665,6	79,22	83	72	91	178,6	19,3	14,6	215,93	143,95	0,232	18,77	0,0403	492,07
АСВТ 133/38	15,4	133,2/ 38,6	38,6	693,0	81,46	83	72	91	178,6	19,3	14,6	213,37	142,25	0,22	18,65	0,0403	512,38
АСВТ 139/39	15,67	138,6/ 38,9	38,9	710,5	82,55	82	71	91	178,6	19,3	14,6	209,27	139,52	0,2099	18,5	0,0403	527,84
АСВТ 159/45	16,8	158,8/ 45,6	45,6	822,6	95,69	83	70	91	178,6	19,3	14,6	210,67	140,45	0,1835	17,89	0,0403	609,01
АСВТ 162/47	17,1	162,3/ 47,3	47,3	846,2	968,82	83	71	91	178,6	19,3	14,6	208,00	138,68	0,1805	17,74	0,0403	625,09
АСВТ 168/51	17,5	168,2/ 50,8	50,8	891,4	105,12	84	72	91	178,6	19,3	14,6	216,00	144,00	0,1734	17,55	0,0403	654,98

Марка провода	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм.^{2}	Удельная масса провода со смазкой, кг/км	МПР повода, кН	Модули упругости, кН/мм^2				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км не более	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Начальный	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСВТ 174/51	17,73	174,3/ 51,1	51,1	911,0	102,83	83	71	91	178,6	19,3	14,6	205,30	136,86	0,1678	17,44	0,0403	672,32
АСВТ 190/55	18,5	190,4/ 55	55	990,3	114,9	83	70	91	178,6	19,3	14,6	210,69	140,46	0,1541	17,09	0,0403	732,75
АСВТ 197/56	18,8	196,8/ 56,9	56,9	1022,2	116,85	83	71	91	178,6	19,3	14,6	207,26	138,17	0,148	16,96	0,0403	756
АСВТ 197/57	18,9	196,8/ 57,2	57,2	1024,5	119,26	83	71	91	178,6	19,3	14,6	211,29	140,86	0,148	16,91	0,0403	757,22
АСВТ 214/61	19,6	214/ 61,3	61,3	1107	127,33	82	69	91	178,6	19,3	14,6	208,13	138,76	0,1367	16,62	0,0403	819,8
АСВТ 218/63	19,82	217,9/ 63,3	63,3	1134	130,94	83	69	91	178,6	19,3	14,6	209,54	139,69	0,1348	16,54	0,0403	838,38
АСВТ 258/74	21,6	257,7/ 74,3	74,3	1337	154	83	69	91	178,6	19,3	14,6	208,73	139,15	0,1132	15,88	0,0403	989,09
АСВТ 277/81	22,4	277,3/ 81,2	81,2	1449	167,66	83	69	91	178,6	19,3	14,6	210,45	140,3	0,1055	15,61	0,0403	1069,4
АСВТ 371/109	26	371,4/ 109,5	109,5	1946	225	83	69	91	178,6	19,3	14,6	210,54	140,36	0,0787	14,59	0,0403	1435,2
Провод АСВТ исполнение III																	
АСВТ 461/64	26,91	461,5/ 64,9	64,9	1840	170,51	69	54	78	178,6	20,6	14,6	145,76	97,17	0,0634	14,41	0,0403	1494,35
АСВТ 477/66	27,5	477,6/ 66,8	66,8	1900	175,91	69	54	78	178,6	20,6	14,6	145,41	96,94	0,0612	14,3	0,0403	1543,56

Марка провода	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм.^{2}	Удельная масса провода со смазкой, кг/км	МПР повода, кН	Модули упругости, кН/мм^2				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км не более	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Начальный	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСВТ 571/80	30	571,9/ 80,9	80,9	2283	211,99	69	54	78	178,6	20,6	14,6	146,14	97,42	0,0511	13,86	0,0403	1853,04
Провод АСВТ исполнение IV																	
АСВТ 150/23	15,4	150,1/ 22,7	22,7	610	57,4	70	57	79	178,6	20,8	14,6	149,48	99,65	0,195	18,65	0,0403	491,82
АСВТ 295/44	21,5	294,8/ 43,9	43,9	1208	109,7	70	55	78	178,6	20,8	14,6	145,75	97,17	0,099	15,89	0,0403	975,24
АСВТ 317/47	22,3	317,3/ 47,3	47,3	1294	117,5	70	55	79	178,6	20,8	14,6	145,02	96,68	0,092	15,64	0,0403	1043,49
АСВТ 389/59	24,75	388,6/ 58,8	58,8	1591	143,5	70	55	79	178,6	20,8	14,6	144,33	96,22	0,075	14,89	0,0403	1281,52
АСВТ 403/61	25,2	403,4/ 61	61	1651	149	70	55	79	178,6	20,8	14,6	144,38	96,25	0,072	14,77	0,0403	1329,89
Провод АСВТ исполнение V																	
АСВТ 49/6	8,9	49,5/ 5,51	5,51	182	16,26	66	54	75	178,6	21,20	21	118,23	88,67	0,59	24,32	0,0403	151,01
АСВТ 57/6	9,6	56,7/ 6,37	6,37	209	18,73	66	54	75	178,6	20,26	21	118,79	89,09	0,52	23,44	0,0403	172,75
АСВТ 68/8	10,4	67,6/ 7,54	7,54	248	22,24	66	54	75	178,6	20,28	21	118,39	88,79	0,43	22,55	0,0403	206,03
АСВТ 81/9	11,4	81,3/ 9,07	9,07	299	26,75	66	54	75	178,6	20,27	21	118,4	88,8	0,36	21,56	0,0403	247,52

Марка провода	Общий диаметр провода, мм	Площадь поперечного сечения провода, мм^2	Площадь поперечного сечения сердечника, мм.^{2}	Удельная масса провода со смазкой, кг/км	МПР повода, кН	Модули упругости, кН/мм^2				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм^2		Электрическое сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км не более	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/м^2 °С	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоемкость провода, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
						Начальный	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСВТ 98/11	12,6	98,2/ 11,0	11	361	31,41	66	54	75	178,6	20,26	21	129,44	86,29	0,3	20,55	0,0403	299,67
АСВТ 112/13	13,5	112,4/ 12,6	12,6	413	35,84	66	54	75	178,6	20,27	21	129,02	86,02	0,26	19,87	0,0403	342,57
Провод АСВТ исполнение VI																	
АСВТ 216/33	18,5	216,3/ 32,9	32,9	885	88,5	70	55	79	178,6	19,62	20,5	159,81	106,54	0,134	17,09	0,0403	713,46
Провод АСВТ исполнение VII																	
АСВТ 50/8	8,9	48/ 6,15	6,15	186	17	68	56	77	178,6	19,98	20,8	125,58	94,18	0,61	24,32	0,0403	152,15

Таблица В6.1. Длительно допустимые токи ВТП АСВТ при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
Провод АСВТ исполнение I		
АСВТ 128/36		665
АСВТ 133/37		677
АСВТ 139/38		702
АСВТ 159/44		762
АСВТ 162/45		785
АСВТ 168/49		810
АСВТ 174/50		820
АСВТ 190/54		868
АСВТ 197/55		887
АСВТ 197/56		886
АСВТ 214/61		934
АСВТ 218/63		954
АСВТ 258/73		1060
АСВТ 277/79		1115
АСВТ 371/106		1360
Провод АСВТ исполнение II		
АСВТ 128/37		665
АСВТ 133/38	150	677
АСВТ 139/39		702
АСВТ 159/45		762
АСВТ 162/47		785
АСВТ 168/51		810
АСВТ 174/51		820
АСВТ 190/55		868
АСВТ 197/56		887
АСВТ 197/57		886
АСВТ 214/61		934
АСВТ 218/63		954
АСВТ 258/74		1060
АСВТ 277/81		1115
Провод АСВТ исполнение III		1360
АСВТ 461/64		1513
АСВТ 477/66		1546
АСВТ 571/80		1751
Провод АСВТ исполнение IV		
АСВТ 150/23		719

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСВТ 295/44		1125
АСВТ 317/47		1178
АСВТ 389/59	150	1353
АСВТ 403/61		1383
Провод АСВТ исполнение V		
АСВТ 49/6		337
АСВТ 57/6		368
АСВТ 68/8		413
АСВТ 81/9		465
АСВТ 98/11		527
АСВТ 112/13		576
Провод АСВТ исполнение VI		
АСВТ 216/33		916
Провод АСВТ исполнение VII		
АСВТ 50/8		351

2.2 ВТП АСПТ

Неизолированный провод из термостойкого алюминиевого сплава с сердечником из стальной проволоки, плакированной алюминием.

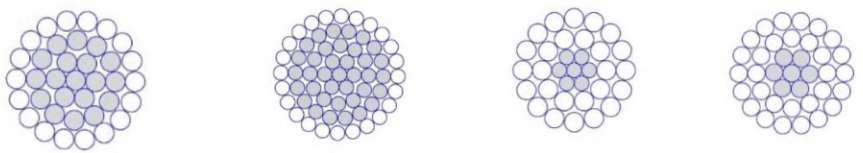
Провод соответствует требованиям [22] (изготовитель «ЭМ-кабель», Саранск).

Конструкция провода АСПТ представлена на рисунке В7.

Основные технические характеристики провода АСПТ приведены в Таблице В7.

Длительно допустимые токи провода АСВП приведены в Таблице В7.1.

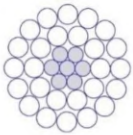
АСПТ 70/72 АСПТ 95/141 АСПТ 120/19 АСПТ120/27



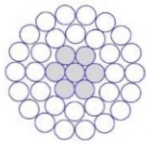
АСПТ150/19 АСПТ150/24 АСПТ 150/34 АСПТ 185/24



АСПТ 185/29



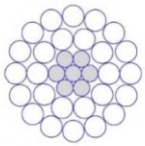
АСПТ 185/43



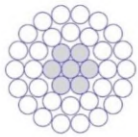
АСПТ 185/128



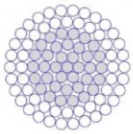
АСПТ 205/27



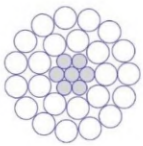
АСПТ 240/32



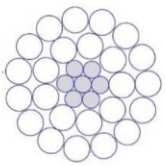
АСПТ 240/39



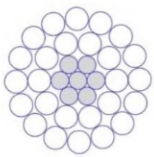
АСПТ 240/56



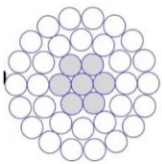
АСПТ 300/39



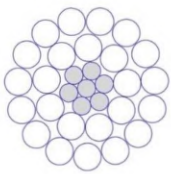
АСПТ 300/48



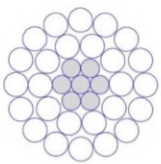
АСПТ 300/66



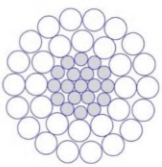
АСПТ 300/67



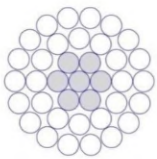
АСПТ 300/204



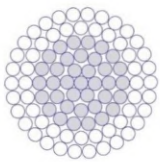
АСПТ 330/30



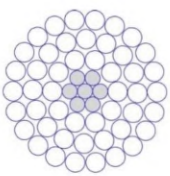
АСПТ 330/43



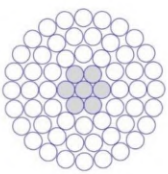
АСПТ 400/18



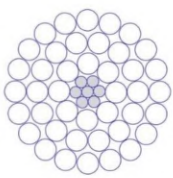
АСПТ 400/22



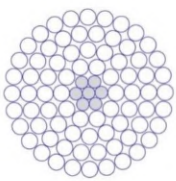
АСПТ 400/51



АСПТ 400/64



АСПТ 400/93



АСПТ 400/51

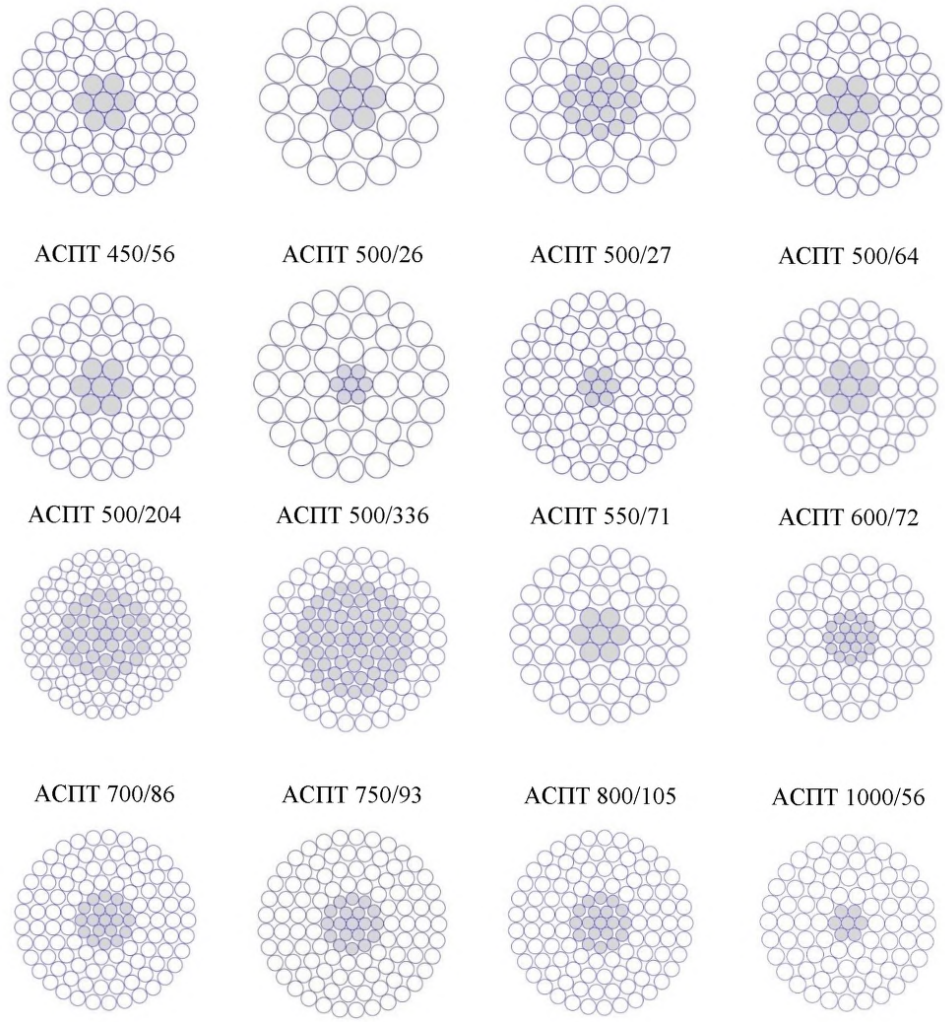


Рисунок В7. Сечение проводов марки АСПТ различной конструкции

Таблица В7. Основные технические характеристики провода АСПТ, изготавливаемого по [22]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току (Ом/км) при t=20 °С	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечения сердечника, мм²	Удельная масса провода, кг/км	МПР провода, кН	Начальный (монтажный)	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСПТ 70/72	15,4	68,4/72,2	72,2	667,0	98,20	87,54	82,51	109,04	н/д	14,3	н/д	323	215	0,3143	1,50	0,0036	407
АСПТ 95/141	19,8	91,2/140,6	140,6	1186,0	184,13	94,70	92,93	117,93	н/д	13,6	н/д	357	238	0,2109	1,70	0,0036	690
АСПТ 120/19	15,15	117,5/18,8	18,8	449,0	42,46	58,6	40,45	73,17	н/д	17,9	н/д	140	93	0,2362	1,48	0,0036	352
АСПТ 120/27	15,4	114/26,6	26,6	490,0	51,19	62,57	46,19	78,07	н/д	183	н/д	164	109	0,2381	1,50	0,0036	369
АСПТ 150/19	16,75	147,6/18,8	18,8	531,0	47,10	56,70	37,65	70,79	н/д	17,7	н/д	127	85	0,190	1,56	0,0036	426
АСПТ 150/24	17,1	148,7/24,2	24	570,0	53,75	58,78	40,68	73,37	н/д	17,9	н/д	140	93	0,1803	1,58	0,0036	446
АСПТ 150/34	17,5	147/34,3	34,3	632,0	66,00	62,57	46,19	78,07	н/д	18,3	н/д	164	109	0,1846	1,59	0,0036	476
АСПТ 185/24	18,9	186,9/24,2	24,2	675,0	59,35	56,14	37,84	70,95	н/д	17,7	н/д	127	84	0,150	1,66	0,0036	540
АСПТ 185/29	18,8	181,2/29	29	692,0	64,22	58,62	40,45	73,18	н/д	17,9	н/д	137	92	0,1532	1,65	0,0036	542
АСПТ 185/43	19,6	184,5/43	43	793,7	82,29	62,55	46,17	78,05	н/д	18,3	н/д	163	109	0,1471	1,69	0,0036	597
АСПТ 185/128	23,1	187/128	128	1367,8	185,22	79,29	70,51	98,80	н/д	15,3	н/д	265	176	0,1276	1,83	0,0036	884
АСПТ 205/27	19,8	205/26,6	26,6	741,3	65,16	56,84	37,86	70,97	н/д	17,7	н/д	127	84	0,1366	1,70	0,0036	593
АСПТ 240/32	21,6	244/31,65	31,65	881,8	77,52	56,84	37,86	70,97	н/д	17,7	н/д	127	84	0,1148	1,77	0,0036	706
АСПТ 240/39	21,55	235,8/38,6	38,6	905,3	84,51	58,83	40,76	73,43	н/д	17,9	н/д	139	92	0,1176	1,77	0,0036	709
АСПТ 240/56	22,4	241,2/56,3	56,3	1037,7	106,60	62,57	46,20	78,07	н/д	18,3	н/д	161	107	0,1125	1,80	0,0036	780
АСПТ 300/39	24	301,4/38,6	38,6	1085,7	94,21	56,74	37,72	70,84	н/д	17,7	н/д	125	83	0,0930	1,87	0,0036	870
АСПТ 300/48	24,1	295/47,8	47,8	1129,0	105,15	58,74	40,62	73,32	н/д	17,9	н/д	138	92	0,0941	1,87	0,0036	885

АСПТ 300/66	24,5	288,6/65,7	65,7	1232,2	125,64	62,28	45,77	77,71	н/д	15,5	н/д	160	106	0,0950	1,89	0,0036	928
АСПТ 300/67	24,5	288,6/67,3	67,3	1241,7	123,52	62,56	46,18	78,06	н/д	18,3	н/д	156	104	0,0941	1,89	0,0036	934
АСПТ 300/204	29,2	297,5/203,9	203,9	2178,0	294,06	79,31	70,55	98,84	н/д	15,3	н/д	264	176	0,0801	2,06	0,0036	1407
АСПТ 330/30	24,8	334,6/29	29	1116,2	89,08	54,14	33,93	67,62	н/д	19,5	н/д	110	73	0,0849	1,90	0,0036	920
АСПТ 330/43	25,2	332/43	43	1203,5	106,79	56,83	37,84	70,95	н/д	19,8	н/д	128	85	0,0848	1,91	0,0036	960
АСПТ 400/18	26	381/18,8	18,8	1176,0	84,28	51,62	30,27	64,49	н/д	19,2	н/д	95	63	0,0757	1,94	0,0036	1001
АСПТ 400/22	26,6	394/22	22	1233,0	92,97	52,07	30,92	65,05	н/д	20,5	н/д	101	67	0,0732	1,97	0,0036	1043
АСПТ 400/51	27,5	394/51	51	1427,4	125,18	56,82	37,84	70,95	н/д	19,8	н/д	127	84	0,0712	2,00	0,0036	1139
АСПТ 400/64	27,7	390/63,5	63,5	1494,4	136,93	58,78	40,68	73,37	н/д	17,9	н/д	136	91	0,0712	2,01	0,0036	1171
АСПТ 400/93	29,1	405,6/93,1	93,1	1736,3	176,21	54,51	36,16	68,72	н/д	15,5	н/д	159	106	0,0670	2,06	0,0036	1307
АСПТ 450/56	28,8	434,2/56,3	56,3	1570,5	137,86	56,84	37,86	70,96	н/д	19,8	н/д	126	84	0,0648	2,04	0,0036	1256
АСПТ 500/26	30	501,5/26,6	26,6	1560,0	111,65	51,88	30,64	64,81	н/д	19,2	н/д	95	63	0,0575	2,09	0,0036	1323
АСПТ 500/27	29,4	481/26,6	26,6	1505,0	111,80	52,04	30,87	65,00	н/д	20,5	н/д	100	66	0,0599	2,07	0,0036	1273
АСПТ 500/64	30,6	490/63,5	63,5	1773,5	154,26	56,83	37,85	70,96	н/д	19,8	н/д	125	84	0,0574	2,11	0,0036	1417
АСПТ 500/204	34,5	496/204	204	2731,7	326,96	70,44	57,64	87,83	н/д	16,7	н/д	210	140	0,0521	2,24	0,0036	1897
АСПТ 500/336	37,5	490/336	336	3592,7	477,91	79,32	70,56	98,85	н/д	14,2	н/д	260	174	0,0487	2,33	0,0036	2319
АСПТ 550/71	32,4	549,2/71,2	71,2	1990,0	170,16	56,84	37,85	70,96	н/д	19,8	н/д	123	82	0,0513	2,17	0,0036	1588
АСПТ 600/72	33,2	580,5/72,2	72,2	2083,0	180,65	56,51	37,39	70,56	н/д	17,1	н/д	125	83	0,0487	2,20	0,0036	1669
АСПТ 650/79	34,7	634/79	79	2275,2	199,86	56,53	37,41	70,58	н/д	18,8	н/д	126	84	0,0445	2,24	0,0036	1823
АСПТ 700/86	36,2	687/86	86	2470,5	214,44	56,57	37,46	70,62	н/д	18,8	н/д	125	83	0,0410	2,29	0,0036	1977
АСПТ 750/93	37,7	748/93,3	93,3	2687,0	233,00	56,51	37,39	70,56	н/д	18,8	н/д	125	83	0,0377	2,34	0,0036	2151
АСПТ 800/105	39,7	821/105	105	2956,8	257,22	56,73	37,70	70,83	н/д	18,8	н/д	125	83	0,0343	2,40	0,0036	2370
АСПТ 1000/56	42,4	1003,2/56,3	56,3	3144,1	227,00	52,10	30,95	65,07	н/д	20,5	н/д	96	64	0,0287	2,48	0,0036	2658

Таблица В7.1. Длительно допустимые токи ВТП АСПТ при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСПТ 70/72	150	579,5
АСПТ 95/141		768,5
АСПТ 120/19		664,9
АСПТ 120/27		665,8
АСПТ 150/19		766
АСПТ 150/24		791,7
АСПТ 150/34		788,4
АСПТ 185/24		897,2
АСПТ 185/29		886,2
АСПТ 185/43		917
АСПТ 185/128		1040,4
АСПТ 205/27		954,8
АСПТ 240/32		1072,3
АСПТ 240/39		1058,6
АСПТ 240/56		1096,5
АСПТ 300/39		1234,2
АСПТ 300/48		1228,8
АСПТ 300/66		1230
АСПТ 300/67		1236,2
АСПТ 300/204		1422,4
АСПТ 330/30		1306,5
АСПТ 330/43		1314,4
АСПТ 400/18		1441,1
АСПТ 400/22		1477,5
АСПТ 400/51		1481,9
АСПТ 400/64		1553,5
АСПТ 400/93		1574
АСПТ 450/56		1695
АСПТ 500/26		1649,2
АСПТ 500/27		1707,7
АСПТ 500/64		1868,2
АСПТ 500/204		1991,2
АСПТ 500/336		1234,2
АСПТ 550/71		1843,3
АСПТ 600/72		1907,3
АСПТ 650/79		2026,7
АСПТ 700/86		2142,8
АСПТ 750/93		2267,1
АСПТ 800/105		2419,6

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСПТ 1000/56		2707,5

2.3 ВТП АСТ

Термостойкий провод из алюминиевого сплава (Al-Zr) со стальным сердечником. Изготовитель ОАО «Кирскабель». Провод соответствует требованиям [23].

Конструкция провода АСТ представлена на рисунке В8.

Основные технические характеристики провода АСТ приведены в Таблице В8.

Длительно допустимые токи провода АСТ приведены в Таблице В8.1

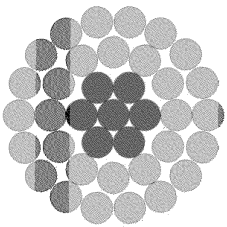


Рисунок В8. Сечение провода марки АСТ
1 - стальной сердечник, 2 - ТПЧ из алюминиевого сплава Al-Zr.

Таблица В8. Основные технические характеристики провода АСТ, изготавливаемого по [23]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току при t=20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м ·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечения сердечника, мм²	Удельная масса провода, кг/км	МПР провода, кН	Начальный (монтажный)	Вытяжки (ползучести)	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба,	Выше точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АСТ 70/11	11,4	79,3/ 11,3	11,3	276	24,3	83,82	80,94	80,94	84,20	18,7	11,0	145,06	91,85	0,4345	24,3	0,0040	232,4
АСТ 70/72	15,4	140,6/ 72,2	72,2	755	106,6	134,87	130,53	130,53	135,41	13,9	11,0	161,09	227,46	0,4320	21,3	0,00403	489,0
АСТ 95/16	13,5	111,3/ 15,9	15,9	385	33,8	83,87	80,99	80,99	84,25	18,7	11,0	197,15	91,01	0,3097	22,6	0,00403	323,6
АСТ 95/141	19,8	232,2/ 141	141	1357	200,2	147,76	143,03	143,03	148,35	13,2	11,0	344,88	258,66	0,3240	19,1	0,00403	839,9
АСТ 120/19	15,2	136,8/ 18,8	18,8	471	44,5	83,13	80,26	80,26	83,51	18,8	11,0	146,39	97,6	0,2513	21,4	0,00403	398,0
АСТ 120/27	15,4	140,6/ 26,6	26,6	528	54,9	90,25	87,22	87,22	90,65	17,7	11,0	175,71	117,14	0,2607	21,3	0,00403	426,8
АСТ 150/19	16,8	166,8/ 18,8	18,8	554	49,2	79,73	76,93	76,93	80,11	19,4	11,0	132,61	88,41	0,2107	20,5	0,00403	479,8
АСТ 150/24	17,1	173,2/ 24,2	24,2	599	56,4	83,44	80,57	80,57	83,82	18,7	11,0	146,65	97,77	0,2100	20,4	0,00403	504,8
АСТ 150/34	17,5	181,3/ 34,3	34,3	675	68,8	90,25	87,22	87,22	90,65	17,7	11,0	170,85	113,9	0,2123	20,2	0,00403	544,2
АСТ 185/24	18,9	211,2/ 24,2	24,2	705	62	79,98	77,17	77,17	80,360	19,3	11,0	132,16	88,11	0,1586	19,5	0,00403	609,3

ACT 185/29	18,8	210/ 29	29	728	66,6	83,220	80,35	80,35	83,600	18,8	11,0	142,65	95,1	0,1639	19,5	0,00403	614,8
ACT 185/43	19,6	228,1/ 43,1	43,1	846	85,8	90,220	87,19	87,19	90,620	17,7	11,0	169,25	112,83	0,1606	19,2	0,00403	682,09
ACT 185/128	23,1	315/ 128	128	1525	200,7	120,12	116,2	116,2	120,61	14,8	11,0	286,71	191,14	0,1589	17,9	0,00403	1049,46
ACT 205/27	19,8	231,6/ 26,6	26,6	774	68,1	80,02	77,21	77,21	804,00	19,3	11,0	132,27	88,18	0,1449	19,1	0,00403	707720
ACT 240/32	21,6	275,7/ 31,7	31,7	921	80,1	80,040	77,23	77,23	80,420	19,3	11,0	130,69	87,13	0,1217	18,4	0,00403	796,009
ACT 240/39	21,6	274,6/ 38,6	38,6	952	87,6	83,560	80,69	80,69	83,940	18,7	11,0	143,58	95,72	0,1259	18,4	0,00403	802,276
ACT 240/56	22,4	297,3/ 56,3	56,3	1106	108,8	90,270	87,24	87,24	90,670	17,7	11,0	164,74	109,83	0,1233	18,1	0,00403	891,525
ACT 300/39	24	339,6/ 38,6	38,6	1132	97,3	79,860	77,05	7705	80,24	19,3	11,0	128,96	85,97	0,0987	17,6	0,00403	979,64
ACT 300/48	24,1	342,8/ 47,8	47,8	1186	107	83,400	80,53	80,53	83,78	18,7	11,0	140,51	93,68	0,1007	17,6	0,00403	1000,48
ACT 300/66	24,5	354,3/ 65,8	65,8	1313	132,9	89,770	86,75	86,75	90,17	17,8	11,0	168,8	112,53	0,103	17,5	0,00403	1061,32
ACT 300/ 204	29,2	502/ 204	204	2428	310,5	120,13	116,2	116,2	120,62	14,8	11,0	278,33	185,55	0,0997	17,0	0,00403	1670,82
ACT 330/30	24,8	364,1/ 29,1	29,1	1152	91,4	75,220	72,46	72,46	75,610	20,2	11,0	112,98	75,32	0,0887	17,4	0,00403	1032,62
ACT 330/43	25,2	375,1/ 43,1	43,1	1255	110,3	80,030	77,22	77,22	80,410	19,3	11,0	132,34	88,23	0,0895	17,3	0,00403	1085,10
ACT 400/18	26	399,8/ 18,8	18,8	1199	86,4	70,690	67,82	67,82	71,120	21,2	11,0	97,23	64,82	0,0781	17,6	0,00403	1115,35
ACT 400/22	26,6	416/ 22	22	1261	95,4	71,500	68,67	68,67	71,920	21,1	11,0	103,18	68,79	0,0755	17,5	0,00403	1165,20
ACT 400/51	27,5	445,1/ 51,1	51,1	1490	127,3	80,010	77,20	77,20	80,390	19,3	11,0	128,67	85,78	0,0755	17,3	0,00403	1288,34
ACT 400/64	27,7	453,5/ 63,5	63,5	1572	140,7	83,480	80,61	80,61	83,860	18,7	11,0	139,65	93,1	0,0763	17,3	0,00403	1325,07
ACT 400/93	29,1	499,2/ 93,2	93,2	1851	183,8	89,910	86,89	86,89	90,310	17,8	11,0	165,69	110,46	0,0732	17,0	0,00403	1494,78
ACT 450/56	28,8	490,3/ 56,3	56,3	1640	140,1	80,020	77,21	77,21	80,400	19,3	11,0	128,58	85,72	0,0686	17,1	0,00403	1417,71

ACT 500/26	30	528,6/ 26,6	26,6	1592	114,6	71,140	68,30	68,30	71,570	21,1	11,0	97,54	65,02	0,0592	16,9	0,00403	1475,17
ACT 500/27	29,4	507,6/ 26,6	26,6	1537	114,7	71,430	68,60	68,60	71850	21,1	11,0	101,7	67,8	0,0618	17,0	0,00403	1421,0
ACT 500/64	30,6	553,5/ 63,5	63,5	1852	158,2	80,000	77,19	77,19	80380	19,3	11,0	128,58	85,72	0,0606	16,8	0,00403	1600,97
ACT 500/204	34,5	700/ 204	204	2979	343,4	104,31	100,89	100,89	104,75	16,1	11,0	220,78	147,19	0,0597	16,2	0,00403	2213,75
ACT 500/336	37,5	826/ 336	336	4005	509,8	120,18	116,29	116,29	120,67	14,8	11,0	277,74	185,16	0,0606	15,8	0,00403	2754,88
ACT 550/71	32,4	620,2/ 71,2	71,2	2076	172,3	80,010	77,20	77,20	80,390	19,3	11,0	125,03	83,35	0,0542	16,5	0,00403	1794,72
ACT 600/72	33,2	652,2/ 72,2	72,2	2170	188,6	79,450	76,65	76,65	79,830	19,4	11,0	130,11	86,74	0,0513	16,4	0,00403	1883,29
ACT 650/79	34,7	712,9/ 78,9	78,9	2372	206,2	79,450	76,65	76,65	79,830	19,4	11,0	130,16	86,77	0,047	16,2	0,00403	20585,1
ACT 700/86	36,2	772,9/ 85,9	85,9	2575	221,3	79,510	76,71	76,71	79,890	19,4	11,0	128,85	85,9	0,0433	16,0	0,00403	2233,80
ACT 750/93	37,7	841,2/ 93,2	93,2	2800	240,5	79,460	76,66	76,66	79,840	19,4	11,0	128,63	85,75	0,0398	15,8	0,00403	2429,88
ACT 800/105	39,7	926/ 105	105	3092	267	79,820	77,02	77,02	80,200	19,3	11,0	129,76	86,51	0,0363	15,5	0,00403	2676,79

Таблица В8.1. Длительно допустимые токи ВТП АСТ при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
АСТ 70/11	210	595
АСТ 70/72		660
АСТ95/16		746
АСТ 95/141		831
АСТ 120/19		862
АСТ 120/27		850
АСТ 150/19		974
АСТ 150/24		982
АСТ 150/34		984
АСТ 185/24		1169
АСТ 185/29		1148
АСТ 185/43		1177
АСТ 185/128		1253
АСТ 205/27		1243
АСТ 240/32		1398
АСТ 240/39		1375
АСТ 240/56		1407
АСТ 300/39		1611
АСТ 300/48		1598
АСТ 300/66		1589
АСТ 300/204		1747
АСТ 330/30		1720
АСТ 330/43		1722
АСТ 400/18		1886
АСТ 400/22		1935
АСТ 400/51		1961
АСТ 400/64		1956
АСТ 400/93		2037
АСТ 450/56		2095
АСТ 500/26		2292
АСТ 500/27		2225
АСТ 500/64		2283
АСТ 500/204		2413
АСТ 500/336		2477
АСТ 550/71		2470
АСТ 600/72		2564
АСТ 650/79		2726
АСТ 700/86		2889
АСТ 750/93		3063
АСТ 800/105		3275

2.4 ВТП СЕНИЛЕК АТ3/С и АТ3П/С

Выпускается АО «Людиновокабель» по [24]. Неизолированные провода СЕНИЛЕК повышенной нагрузочной способности соответствуют требованиям стандартов IEC 61089 и ГОСТ Р МЭК 62219, изготовлены из стальной оцинкованной проволоки и проволоки из термостойкого алюминиевого сплава с рабочей температурой до 210 °С. Стальная проволока и проволока из алюминиевого сплава имеют повышенные механические характеристики.

– СЕНИЛЕК АТ3/С – провод неизолированный скрученный концентрическими повивами из круглых проволок, состоящий из сердечника из стальных оцинкованных проволок и токопроводящих повивов из круглых проволок из алюминиевого сплава типа АТ3.

– СЕНИЛЕК АТ3П/С – провод неизолированный скрученный концентрическими повивами из профилированных и круглых проволок, состоящий из сердечника из круглых стальных оцинкованных проволок и повивов из профилированных проволок из алюминиевого сплава типа АТ3.

Конструкция провода СЕНИЛЕК АТ3/С и АТ3П/С представлена на рисунке В9.

Основные технические характеристики провода СЕНИЛЕК АТ3/С приведены в Таблице В9, провода СЕНИЛЕК АТ3П/С - в Таблице В9.1.

Длительно допустимые токи провода СЕНИЛЕК АТ3/С приведены в таблице В9.2, провода СЕНИЛЕК АТ3П/С - в Таблице В9.3

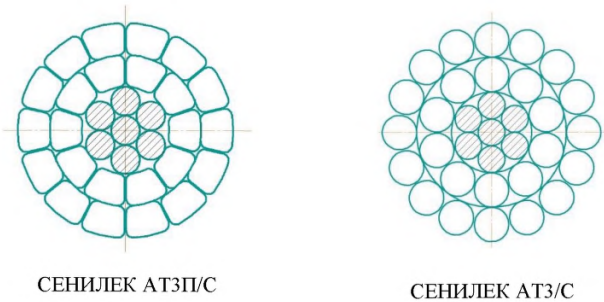


Рисунок В9. Сечение проводов СЕНИЛЕК различной конструкции

Таблица В9. Основные технические характеристики провода СЕНИЛЕК АТ3/С, изготавливаемого по [24]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм^2				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, $\alpha_{к, Вт/м^2 \cdot °C}$	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
	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	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
СЕНИЛЕК АТ3/С70/11	11,4	79,3	11,3	276	27,54	75,78	н/д	200	76,66	11,5	18,6	156	104	0,4284	0,845	0,0040	221
СЕНИЛЕК АТ3/С95/16	13,5	111,3	15,9	385	38,00	75,83	н/д	200	76,71	11,5	18,6	154	102	0,3054	0,959	0,0040	307
СЕНИЛЕК АТ3/С120/19	15,2	136,8	18,8	471	48,26	74,02	н/д	200	74,93	11,5	18,8	159	106	0,2481	1,057	0,0040	378
СЕНИЛЕК АТ3/С150/24	17,1	173,2	24,2	599	61,64	74,31	н/д	200	75,26	11,5	18,7	160	107	0,1965	1,146	0,0040	479
СЕНИЛЕК АТ3/С150/34	17,5	181,3	34,3	675	73,36	81,37	н/д	200	82,43	11,5	17,7	182	121	0,1991	1,166	0,0040	513
СЕНИЛЕК АТ3/С185/24	18,9	211,2	24,2	705	68,19	70,72	н/д	200	71,62	11,5	19,3	145	97	0,1565	1,235	0,0040	581
СЕНИЛЕК АТ3/С185/29	18,8	210,0	29,0	728	71,80	73,99	н/д	200	75,02	11,5	18,8	154	103	0,1617	1,230	0,0040	584
СЕНИЛЕК АТ3/С185/43	19,6	228,1	43,1	846	92,23	81,27	н/д	200	82,39	11,5	17,7	182	121	0,1582	1,269	0,0040	643
СЕНИЛЕК АТ3/С240/32	21,6	275,7	31,7	921	86,45	70,69	н/д	200	71,67	11,5	19,3	141	94	0,1200	1,365	0,0040	759
СЕНИЛЕК АТ3/С240/39	21,6	274,6	38,6	952	94,73	74,26	н/д	200	75,38	11,5	18,7	155	103	0,1240	1,365	0,0040	762
СЕНИЛЕК АТ3/С300/39	24,0	339,6	38,6	1132	103,71	69,84	н/д	200	70,53	11,5	19,3	137	92	0,0973	1,477	0,0040	934
СЕНИЛЕК	24,5	355,8	67,3	1323	143,96	81,21	н/д	200	82,43	11,5	17,7	182	121	0,1015	1,500	0,0040	1005

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм^2				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, $\alpha_{к, Вт/м^2 \cdot °С}$	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$, 1°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
	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	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
АТ3/С300/67																	
СЕНИЛЕК АТ3/С400/51	27,5	445,1	51,1	1490	139,47	70,60	н/д	200	71,65	11,5	19,3	141	94	0,0747	1,636	0,0040	1228
СЕНИЛЕК АТ3/С500/64	30,6	553,5	63,5	1852	173,38	70,70	н/д	200	71,64	11,5	19,3	141	94	0,0600	1,772	0,0040	1526

Таблица В9.1. Основные технические характеристики провода СЕНИЛЕК АТ3П/С, изготавливаемого по [24]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм2				Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10-6/град		Допустимое напряжение, Н/мм2		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, $\alpha_{к,}$ $_{Вт/м^2 \cdot °С}$	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_R(t)$,1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
	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	МПР провода, Н	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
СЕНИЛЕК АТ3П/С120/19	13,8	138,5	18,8	478	48,55	73,86	н/д	200	74,68	11,5	18,8	158	105	0,2446	0,975	0,0040	384

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм2				Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10-6/град		Допустимое напряжение, Н/мм2		Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при температуре, 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, $\alpha_{к}$, $Вт/м^{2}\cdot°С$	Коэффициент температурного сопротивления, $\alpha_{R}(t)$, 1/°С	Теплоемкость провода, с, Дж/(кг·°С)
	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	МПР провода, Н	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
СЕНИЛЕК АТ3П/С150/24	15,5	172,8	24,2	599	61,56	74,47	н/д	200	75,30	11,5	18,7	160	107	0,1970	1,064	0,0040	479
СЕНИЛЕК АТ3П/С150/34	16,0	183,0	34,3	679	73,66	81,18	н/д	200	82,17	11,5	17,8	181	121	0,1969	1,090	0,0040	517
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/24	17,0	206,2	24,2	692	67,31	71,12	н/д	200	72,01	11,5	19,3	147	98	0,1608	1,141	0,0040	568
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/29	17,1	213,7	29,0	737	72,44	73,74	н/д	200	74,67	11,5	18,8	153	102	0,1585	1,146	0,0040	592
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/43	17,8	227,2	43,1	845	92,08	81,43	н/д	200	82,51	11,5	17,7	182	122	0,1590	1,181	0,0040	641
СЕНИЛЕК АТ3П/С240/32	19,3	271,7	31,7	909	83,98	71,03	н/д	200	71,92	11,5	19,3	139	93	0,1220	1,254	0,0040	747
СЕНИЛЕК АТ3П/С240/39	19,5	278,0	38,6	963	95,31	74,19	н/д	200	75,13	11,5	18,7	154	103	0,1223	1,264	0,0040	772
СЕНИЛЕК АТ3П/С300/39	21,5	335,7	38,6	1121	103,06	69,75	н/д	200	70,53	11,5	19,3	138	92	0,0985	1,360	0,0040	923
СЕНИЛЕК АТ3П/С300/67	22,6	366,1	67,3	1351	145,73	80,58	н/д	200	81,66	11,5	17,8	179	119	0,0980	1,412	0,0040	1032
СЕНИЛЕК АТ3П/С400/51	24,8	451,6	51,1	1510	140,59	70,56	н/д	200	71,41	11,5	19,4	140	93	0,0735	1,514	0,0040	1247
СЕНИЛЕК АТ3П/С500/64	27,7	564,5	63,5	1885	175,27	70,46	н/д	200	71,31	11,5	19,4	140	93	0,0587	1,645	0,0040	1557

Таблица В9.2. Длительно допустимые токи ВТП СЕНИЛЕК АТ3/С при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
СЕНИЛЕК АТ3/С70/11	210	501
СЕНИЛЕК АТ3/С95/16		627
СЕНИЛЕК АТ3/С120/19		724
СЕНИЛЕК АТ3/С150/24		846
СЕНИЛЕК АТ3/С150/34		847
СЕНИЛЕК АТ3/С185/24		981
СЕНИЛЕК АТ3/С185/29		964
СЕНИЛЕК АТ3/С185/43		988
СЕНИЛЕК АТ3/С240/32		1175
СЕНИЛЕК АТ3/С240/39		1154
СЕНИЛЕК АТ3/С300/39		1354
СЕНИЛЕК АТ3/С300/67		1333
СЕНИЛЕК АТ3/С400/51		1621
СЕНИЛЕК АТ3/С500/64		1880

Таблица В9.3. Длительно допустимые токи ВТП СЕНИЛЕК АТ3П/С при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
СЕНИЛЕК АТ3П/С120/19	210	706
СЕНИЛЕК АТ3П/С150/24		818
СЕНИЛЕК АТ3П/С150/34		827
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/24		939
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/29		942
СЕНИЛЕК АТ3П/С185/43		953
СЕНИЛЕК АТ3П/С240/32		1119
СЕНИЛЕК АТ3П/С240/39		1122
СЕНИЛЕК АТ3П/С300/39		1293
СЕНИЛЕК АТ3П/С300/67		1328
СЕНИЛЕК АТ3П/С400/51		1573
СЕНИЛЕК АТ3П/С500/64		1830

2.5 ВТП TACSR/ACS

Выпускается фирмой Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия), поставщик ЗАО «Электросетьстройпроект».

Провод марки TACSR/ACS - термостойкий провод из сплава алюминия с цирконием со стальным сердечником, плакированным алюминием с длительно допустимой температурой 150 °С, аварийно-допустимой 210 °С.

Конструкция провода TACSR/ACS представлена на рисунке В10.

Основные технические характеристики провода TACSR/ACS приведены в Таблице В10.

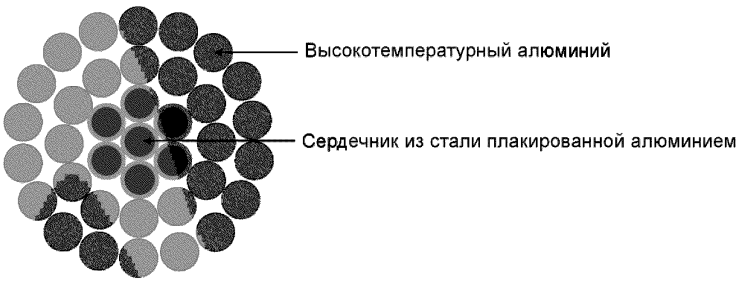


Рисунок В10. Сечение провода TACSR/ACS

Таблица В10. Основные технические характеристики провода TACSR/ACS

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, МПа		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
94-TAL/22-A20SA	14	94,25/ 21,99	21,99	406	43,82	н/д	н/д	159,0	79,28	13	19,1	н/д	н/д	0,2886	н/д	н/д	н/д
97-TAL/56-A20SA	16	96,51/ 56,30	56,30	640	83,48	н/д	н/д	159,0	97,64	13	16,8	н/д	н/д	0,2537	н/д	н/д	н/д
122-TAL/71-A20SA	18	122,15/ 71,25	71,25	810	101,01	н/д	н/д	159,0	97,64	13	16,8	н/д	н/д	0,2005	н/д	н/д	н/д
146-TAL/348-A20SA	28,89	145,67/ 347,99	347,99	2743	441,19	н/д	н/д	157,0	131,83	13	14,4	н/д	н/д	0.1117	н/д	н/д	н/д
146-TAL/519-A20SA	33,55	146.12/ 518,74	518,74	3880	646,60	н/д	н/д	159,0	139,69	13	14,0	н/д	н/д	0,0912	н/д	н/д	н/д
184-TAL/30-A20SA	18,99	183,78/ 29,85	29,85	705	670,60	н/д	н/д	159,0	74,25	13	19,9	н/д	н/д	0,1513	н/д	н/д	н/д
194-TAL/204-A20SA	25,90	193,54/ 204,29	204,29	1893	256,07	н/д	н/д	159,0	112,31	13	15,6	н/д	н/д	0,1118	н/д	н/д	н/д
201-TAL/97-A20SA	22,4	201,06/ 96,51	96,51	1198	150,31	н/д	н/д	159,0	93,12	13	17,3	н/д	н/д	0,1246	н/д	н/д	н/д
206-TAL/521-A20SA	35,1	206,12/ 521,03	521,03	4070	659,45	н/д	н/д	157,0	132,86	13	14,3	н/д	н/д	0.0770	н/д	н/д	н/д
212-TAL/49-A20SA	21,0	212,06/ 49,48	49,48	914	95,43	н/д	н/д	159,0	79,28	13	19,1	н/д	н/д	0.1283	н/д	н/д	н/д
222-TAL/560-A20SA	36,4	221,67/ 560,33	560,33	4376	709,19	н/д	н/д	159,0	132,86	13	14,3	н/д	н/д	0,0716	н/д	н/д	н/д

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, МПа		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м· °С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
236-TAL/40-A20SA	21,7	236,06/ 40,08	40,08	916	87,05	н/д	н/д	159,0	74,8	13	19,8	н/д	н/д	0,1175	н/д	н/д	н/д
243-TAL/39-A20SA	21,84	243,05/ 39,49	39,49	933	87,49	н/д	н/д	159,0	74,25	13	19,9	н/д	н/д	0,1126	н/д	н/д	н/д
264-TAL/34-A20SA	22,43	263,66/ 34,09	34,09	953	83,09	н/д	н/д	159,0	71,68	13	20,4	н/д	н/д	0,1066	н/д	н/д	н/д
264-TAL/62-A20SA	23,45	264,42/ 61,70	61,70	1139	116,44	н/д	н/д	159,0	79,28	13	19,1	н/д	н/д	0,1029	н/д	н/д	н/д
339-TAL/30-A20SA	24,99	339,29/ 29,85	29,85	1134	93,50	н/д	н/д	159,0	68,25	13	21,1	н/д	н/д	0,0840	н/д	н/д	н/д
395-TAL/51-A20SA	27,45	394,53/ 51,14	51,14	1427	126,47	н/д	н/д	159,0	71,71	13	20,4	н/д	н/д	0,0712	н/д	н/д	н/д
399-TAL/181-A20SA	31,32	399,48/ 180,72	180,72	2307	271,94	н/д	н/д	159,0	71,94	13	17,5	н/д	н/д	0,0638	н/д	н/д	н/д

2.6 ВТП TACSR/HACIN

Провод марки TACSR/HACIN - термостойкий провод из сплава алюминия с цирконием со стальным сердечником из инвара с высокопрочным алюминием. Конструкция показана на рис. Б11.

Выпускается фирмой Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия), поставщик ЗАО «Электросетьстройпроект».

В проводах TACSR/HACIN в качестве материала сердечника применены проволоки из специального сплава инвар, плакированные высокопрочным алюминием.

Конструкция провода TACSR/HACIN представлена на рисунке В11.

Основные технические характеристики провода TACSR/HACIN приведены в Таблице В11.

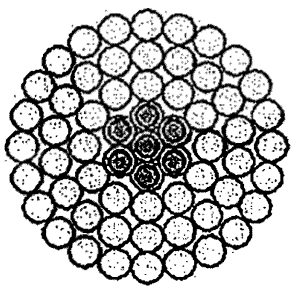


Рисунок В11. Сечение провода TACSR/HACIN

Таблица В11. Основные технические характеристики высокотемпературного провода TACSR/HACIN

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, МПа		Сопротивление постоянному току при t = 20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Начальный	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба,	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
184-TAL/30-HACIN	18,99	183,69/ 29,83	29,83	720	59,30	н/д	н/д	149,9	72,60	4,0	17,4	н/д	н/д	0,1619	н/д	н/д	н/д
194-TAL/204-HACIN	25,90	193,54/ 204,29	204,29	1934	233,60	н/д	н/д	141,0	101,60	4,0	10,0	н/д	н/д	0,1219	н/д	н/д	н/д
212-TAL/49-HACIN	21,0	212,06/ 49,18	49,18	939	87,26	н/д	н/д	149,9	75,32	4,0	16,0	н/д	н/д	0,1313	н/д	н/д	н/д
565-TAL/73-HACIN	32,85	565,03/ 73,24	73,24	2082	164,04	н/д	н/д	149,9	67,30	4,0	19,3	н/д	н/д	0,0504	н/д	н/д	н/д

2.7 ВТП с композитным сердечником

Провод АССС - провод высокотемпературный неизолированный компактированный из профилированных алюминиевых проволок с композитным сердечником.

Провод АССС® соответствует требованиям [18],
изготовитель ООО«Ламифил».

Провод АССС соответствует требованиям [26], изготовители:
АО «Кирскабель» и АО «Иркутсккабель» (АО «УК «УНКОМТЕХ»).

Провод АССС® содержит однопроволочный композитный сердечник и токопроводящую часть, выполненную из скрученных вокруг сердечника концентрическими повивами алюминиевых проволок. Для сердечника используется гибридный композитный материал с высокопрочными карбоновыми нитями. ТПЧ провода состоит из нескольких повивов профилированных трапециевидных проволок, изготовленных из отожженного алюминия по IEC 60121.

Конструкция провода АССС (АССС®) представлена на рисунке В12.

Основные технические характеристики провода АССС (АССС®) приведены в Таблице В12.

Длительно допустимые токи провода АССС (АССС®) приведены в Таблице В12.1.

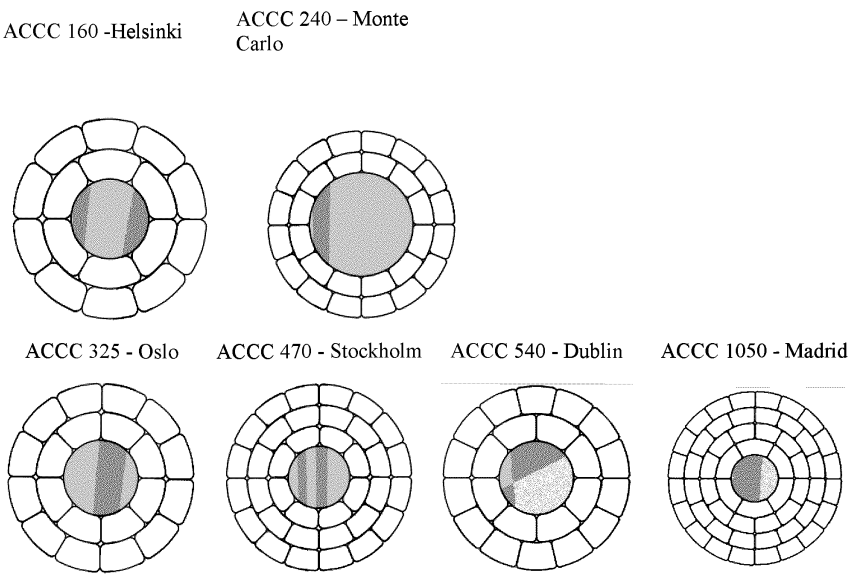


Рисунок В12. Сечение проводов с композитным сердечником АССС различной конструкции

Таблица В12. Основные технические характеристики провода АССС®, изготавливаемого по [18] и [26]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, МПа		Сопротивление постоянному току при t=20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Начальный (монтажный)	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба,	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба,	Ниже точки перегиба	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре				
Helsinki 160	15,65	181,7	28,0	479,7	69,0	н/д	н/д	112,3	65,1	1,61	17,3	171	114	0,1824	26,93	0,00403	415,46
Copenhagen 230	18,29	251,0	28,0	669,7	72,9	н/д	н/д	112,3	62,9	1,61	18,7	131	87	0,1254	25,59	0,00403	585,60
Reykjavic 235	18,82	265,9	39,7	702,4	98,5	н/д	н/д	112,3	64,9	1,61	17,5	167	111	0,1238	25,34	0,00403	609,14
Monte Carlo 240	20,79	321,20	87,3	813,9	201,5	н/д	н/д	112,3	71,6	1,61	13,9	282	188	0,1204	24,42	0,00403	686,02
Glasgow 245	19,53	286,9	47,1	749,8	115,2	н/д	н/д	112,3	65,7	1,61	17,0	181	120	0,1169	25,05	0,00403	648,62
Casablanca 285	20,50	316,4	39,7	842,7	101,3	н/д	н/д	112,3	63,5	1,61	18,3	144	96	0,1013	24,66	0,00403	734,69
Lisbon 325	21,78	358,4	39,7	956,6	103,7	н/д	н/д	112,3	62,8	1,61	18,8	130	87	0,0878	24,17	0,00403	836,68
Oslo 325	22,40	378,0	60,3	991,5	148,0	н/д	н/д	116,0	66,1	1,45	17,0	176	117	0,0882	23,96	0,00403	858,37
Amsterdam 380	23,55	418,4	47,1	1113,0	122,6	н/д	н/д	112,3	62,9	1,61	18,7	132	88	0,0754	23,58	0,00403	973,40
Leipzig 420 USL	25,14	477,7	71,3	1254,7	207,1	н/д	н/д	146,7	70,0	0,75	16,0	195	130	0,0690	23,13	0,00403	1089,97
Brussels 430	25,14	477,2	51,9	1275,3	135,9	н/д	н/д	112,3	62,6	1,61	18,8	128	85	0,0659	23,09	0,00403	1116,50
Stockholm-3L 470	26,40	521,0	60,3	1387,3	156,1	н/д	н/д	116,0	63,4	1,45	18,4	135	90	0,0608	22,74	0,00403	1212,70
Warsaw 530	27,72	574,8	60,3	1538,8	159,1	н/д	н/д	116,0	62,7	1,45	18,8	125	83	0,0545	22.39	0,00403	1348,36
Dublin 540	28,15	600,1	71,3	1594,8	183,5	н/д	н/д	112,3	63,2	1,61	18,5	138	92	0,0530	22.29	0,00403	1393,82
Hamburg 570	28,62	613,7	60,3	1646,3	161,3	н/д	н/д	116,0	62,3	1,45	19,1	118	79	0,0507	22,17	0,00403	1444,62
Milan 590	29,10	635,0	60,3	1705,1	162,5	н/д	н/д	116,0	62,1	1,45	19,2	115	77	0,0488	22,05	0,00403	1497,28

Rome 610	29,89	670,8	71,3	1793,1	187,5	н/д	н/д	112,3	62,4	1,61	18,9	126	84	0,0468	21,87	0,00403	1571,39
Vienna 650	30,42	696,5	60,3	1871,7	165,9	н/д	н/д	116,0	61,7	1,45	19,5	107	71	0,0440	21,75	0,00403	1646,46
Budapest 690	31,50	746,6	71,3	2002,7	191,8	н/д	н/д	112,3	61,8	2,00	19,0	116	77	0,0416	21,52	0,00403	1759,08
Prague 710	31,77	758,0	60,3	2049,7	169,4	н/д	н/д	116,0	61,1	1,45	19,7	101	67	0,0403	21,45	0,00403	1805,85
Munich 760	32,85	811,7	71,3	2209,2	195,8	н/д	н/д	112,3	61,3	1,61	19,6	109	72	0,0380	21,23	0,00403	1943,99
London 780	33,40	841,1	75,1	2267,3	205,2	н/д	н/д	112,3	61,5	1,61	19,5	110	73	0,0366	21,11	0,00403	1992,97
Paris 840	34,17	881,0	60,3	2385,3	176,3	н/д	н/д	116,0	60,6	1,45	20,2	90	60	0,0342	20,96	0,00403	2106,37
Antwerp 970	36,85	1027	75,1	2778,9	215,6	н/д	н/д	112,3	60,6	1,61	20,1	94	63	0,0295	20,46	0,00403	2451,09
Madrid 1050	38,20	1098,7	75,1	2976,4	219,7	н/д	н/д	112,3	60,4	1,61	20,3	90	60	0,0274	20,22	0,00403	2627,94
Berlin 1050	38,20	1102,8	87,3	2973,7	245,5	н/д	н/д	112,3	61,0	1,61	19,9	100	67	0,0276	20,12	0,00403	2620,04

Таблица В12.1. Длительно допустимые токи ВТП ACCC® при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

Марка и сечение провода	Длительно допустимая температура провода, °С	Длительно допустимый ток, А
Helsinki 160	180	813
Copenhagen 230		1 024
Reykjavic 235		1 038
Monte Carlo 240		1 084
Glasgow 245		1 080
Casablanca 285		1 176
Lisbon 325		1 284
Oslo 325		1 292
Amsterdam 380		1 417
Leipzig 430		1 512
Brussels 430		1 543
Stockholm-3L 470		1 629
Warsaw 530		1 743
Dublin 540		1 777
Hamburg570		1 824
Milan 590		1 867
Rome 610		1 922
Vienna 650		1 991
Budapest 690		2 069
Prague 710		2 105
Munich 760		2 188
London 780		2 238
Paris 840		2 329
Antwerp 970		2 558
Madrid 1050		2 678
Berlin 1050		2 645

2.8 ВТП ACCR

Термостойкий провод из сплава Al+Zr с композитным сердечником из материала Al_2O_3, соответствует требованиям [25] (изготовитель АО «Людиновокабель»). Композитный сердечник образован из нескольких проволок диаметром от 1,9 до 2,9 мм. Каждая проволока изготовлена из алюминия высокой чистоты, в который внедрены более 20000 непрерывных продольных нановолокон оксида алюминия (Al_2O_3). Указанные волокна придают материалу повышенную прочность. Внешние токоведущие жилы провода ACCR изготавливаются из теплостойкого высокопрочного сплава алюминий-цирконий (Al-Zr) с наночастицамиAl_3Zr.

Конструкция провода ACCR представлена на рисунке В13.

Основные технические характеристики провода ACCR приведены в Таблице В13.

Длительно допустимые токи провода ACCR приведены в Таблице В13.1.

Таблица В13. Основные технические характеристики высокотемпературного провода ACCR, изготавливаемого по [25]

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току (Ом/км) при t=20 °С	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м ·°С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой),кг/км	МПР провода, кН	Начальный (монтажный)	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки т перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
ACCR 195-T20	14,1	99/20	20	341	39,46	н/д	н/д	216	86	6,3	16,7	149,2	99,5	0,2746	н/д	0,00404	319
ACCR 207-T23	14,8	105/25	25	376	47,15	н/д	н/д	216	90	6,3	16,7	163,2	108,8	0,2548	н/д	0,00404	351
ACCR Partridge 267	16,0	130/22	22	435	46,71	н/д	н/д	216	83	6,3	16,7	138,3	92,2	0,2105	н/д	0,00404	408
ACCR Junco 267	16,8	135/32	32	484	60,94	н/д	н/д	216	90	6,3	16,7	164,2	109,5	0,1979	н/д	0,00404	452
ACCR Widgeon 324	17,7	164/21	21	527	51,60	н/д	н/д	216	78	6,3	17,8	125,5	83,7	0,1699	н/д	0,00404	н/д
ACCR Ostrich 300	17,2	150/25	25	501	53,82	н/д	н/д	216	83	6,3	16,7	138,4	92,3	0,1826	н/д	0,00404	471
ACCR Oriole 336	18,6	166/39	39	595	74,73	н/д	н/д	216	90	6,3	15,4	164,0	109,4	0,1608	н/д	0,00404	н/д
ACCR 373-T13	19,0	189/24	24	608	59,61	н/д	н/д	216	78	6,3	16,7	125,9	84,0	0,1474	н/д	0,00404	572
ACCR Linnet 336	18,4	172/28	28	573	61,83	н/д	н/д	216	78	6,3	16,7	139,1	92,7	0,1596	н/д	0,00404	538
ACCR Stork 397	19,2	198/20	20	616	54,27	н/д	н/д	216	75	6,3	18,6	112,0	74,7	0,1423	н/д	0,00404	н/д
ACCR 427-T13	20,3	216/28	28	695	68,06	н/д	н/д	216	79	6,3	16,7	125,5	83,7	0,1288	н/д	0,00404	655

Марка провода	Характеристики провода					Модуль упругости, кН/мм²				Температурный коэффициент линейного удлинения α_L, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление постоянному току при t=20 °С, Ом/км	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_R, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $C_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м · °С)
	Общий диаметр провода, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Удельная масса провода (со смазкой),кг/км	МПР провода, кН	Начальный (монтажный)	Вытяжки (ползучести)	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	Ниже точки перегиба	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
ACCR 382-T16	19,5	194/31	31	645	69,39	н/д	н/д	216	82	6,3	17,0	138,8	92,5	0,1418	н/д	0,00404	н/д
ACCR Lark 397	20,5	203/47	47	726	90,74	н/д	н/д	216	90	6,3	16,7	16,3	108,9	0,1319	н/д	0,00404	677
ACCR Flicker 477	21,6	243/32	32	782	76,51	н/д	н/д	216	79	6,3	16,7	125,2	83,5	0,1145	н/д	0,00404	737
ACCR Hawk 477	21,6	238/39	39	793	85,42	н/д	н/д	216	83	6,3	16,7	138,8	92,5	0,1153	н/д	0,00404	745
ACCR458-T23	22,0	232/53	53	825	100,09	н/д	н/д	216	89	6,3	15,4	158,0	105,4	0,1156	н/д	0,00404	н/д
ACCR563-T10	23,0	285/28	28	887	77,40	н/д	н/д	216	75	6,3	18,7	111,3	74,2	0,0989	н/д	0,00404	н/д
ACCR591-T13	23,9	299/39	39	962	93,42	н/д	н/д	216	79	6,3	17,7	124,4	82,9	0,0930	н/д	0,00404	н/д
ACCRDove 557	23,9	291/47	47	967	102,75	н/д	н/д	216	82	6,3	16,7	136,8	91,2	0,0945	н/д	0,00404	908
ACCRE agle 557	24,6	292/66	66	1037	125,89	н/д	н/д	216	88	6,3	16,5	158,2	105,5	0,0919	н/д	0,00404	969
ACCR Goldfinch 636	24,4	321/32	32	998	87,19	н/д	н/д	216	75	6,3	16,7	111,1	74,1	0,0879	н/д	0,00404	942
ACCR Flamingo 666	25,4	338/44	44	1085	104,98	н/д	н/д	216	79	6,3	17,7	123,7	82,4	0,0825	н/д	0,00404	н/д
ACCR Grosbeak 636	25,5	332/53	53	1101	113,88	н/д	н/д	216	81	6,3	16,5	133,1	88,7	0,0828	н/д	0,00404	1034
ACCR 680-T19	26,4	344/67	67	1183	132,56	н/д	н/д	216	85	6,3	16,5	145,1	96,8	0,0789	н/д	0,00404	1109
ACCR Starling 715	26,7	362/58	58	1201	124,11	н/д	н/д	216	81	6,3	16,9	133,0	88,7	0,0759	н/д	0,00404	н/д
ACCR Stilt 715	26,4	365/47	47	1173	113,43	н/д	н/д	216	79	6,3	16,7	123,9	82,6	0,0763	н/д	0,00404	1105
ACCR Puffin 795	27,1	395/39	39	1227	105,87	н/д	н/д	216	75	6,3	16,7	109,5	73,0	0,0714	н/д	0,00404	1159
ACCR Condor 795	28,2	417/53	53	1337	125,00	н/д	н/д	216	77	6,3	16,5	119,7	79,8	0,0668	н/д	0,00404	1259
ACCR Drake 795	28,6	418/66	66	1384	143,23	н/д	н/д	216	81	6,3	16,5	133,7	89,1	0,0659	н/д	0,00404	1300

Таблица В13.1. Длительно допустимые токи ВТП ACCR при скорости ветра 0,6 м/с, направленного перпендикулярно линии; температуре окружающего воздуха 25 °С; с учетом солнечной радиации мощностью 1000 Вт/м²

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

2.9 ВТП с зазором между ТПЧ и сердечником

Провод GTACSR (GZTACSR) - сталеалюминиевый термостойкий провод с высокопрочным стальным сердечником и алюминиевой токопроводящей жилой трапециевидной формы, на которой намотана круглая алюминиевая токопроводящая проволока. Между сердечником и повивами токопроводящей проволоки имеется зазор, заполненный смазкой. Изготовитель-J-Power Systems Corporation (Япония).

Конструкция ВТП GTACSR и GZTACSR:

– традиционный сердечник из круглых стальных оцинкованных проволок высокой прочности;

– токопроводящие повивы, изготовленные из термостойкого(TAL) и сверхтермостойкого (ZTAL) сплавов алюминия и циркония, отделенные от сердечника зазором.

Конструкция провода GTACSR (GZTACSR) представлена на рисунке В14.

Основные технические характеристики провода GTACSR (GZTACSR) даны в Таблице В14.

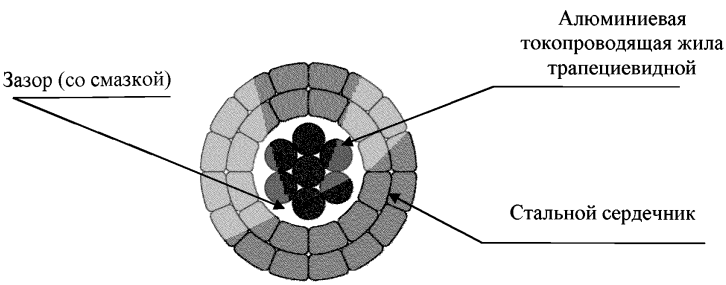


Рисунок В14. Сечение провода GTACSR / GZTACSR

Таблица В14. Основные технические характеристики высокотемпературных проводов с зазором GTACSR (GZTACSR)*

Марка провода	Характеристики провода						Модуль упругости, кН/мм²		Температурный коэффициент линейного удлинения α, 10^{-6}/град		Допустимое напряжение, Н/мм²		Сопротивление провода постоянному току (Ом/км) при t = 20 °С	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м² °С)	Температурный коэффициент сопротивления, β_{20}, 1/ °С	Теплоёмкость провода, $С_{пр}$, при t = 20 °С, Дж/(м ·°С)
	Диаметр провода в целом, мм	Диаметр сердечника, мм	Сечение провода в целом, мм²	Сечение сердечника, мм²	Масса провода (со смазкой), кг/км	МПР провода, кН	Ниже точки перегиба	Выше точки перегиба	сердечника	Провода в целом	При наибольшей нагрузке и низшей температуре	При среднегодовой температуре				
GTACSR/ GZTACSR217/49	20,3	н/д	266,9	49,48	1015	110,7	83	205	12,1	н/д	н/д	н/д	0,1358	н/д	н/д	н/д
GTACSR/ GZTACSR250/27	20,2	н/д	н/д*	н/д	917,1	78,4	н/д	н/д	12,1	н/д	н/д	н/д	0,1185	н/д	н/д	н/д
GTACSR/ GZTACSR310/32	23,7	н/д	н/д	н/д	1125	94,7	н/д	н/д	12,1	н/д	н/д	н/д	0,0957	н/д	н/д	н/д
GTACSR/ GZTACSR340/34	24,9	н/д	н/д	н/д	1243	103,9	н/д	н/д	12,1	н/д	н/д	н/д	0,0858	н/д	н/д	н/д
GTACSR/ GZTACSR400/43	26,9	н/д	н/д	н/д	1476	126,1	н/д	н/д	12,1	н/д	н/д	н/д	0,0736	н/д	н/д	н/д

* Провод GTACSR (GZTACSR) с аналогичными техническими характеристиками в настоящее время выпускается ООО «Ламифил».

** н/д - данные отсутствуют.

Приложение Г

Технические требования к неизолированным проводам нового поколения для ВЛ напряжением 220 кВ и выше

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
	Марка ПНП		
1	**Требования к конструкции и составным частям ПНП (номинальные характеристики)**		
1.1	Номинальное сечение ПНП, мм^2	Табличное значение, соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.1.1	Допустимое отклонение сечения ПНП от номинального значения	не более чем на ±2 % для каждого образца и более чем на ±1,5 % для среднего значения 4-х измерений, проведенных в 4-х произвольно выбранных местах при расстоянии друг от друга не менее 20 см	ГОСТ Р МЭК 62219, п. 6.6.1.2; Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.1.2	Фактическое сечение токопроводящего повива, мм^2	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.1.3	Фактическое сечение сердечника, мм^2	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.2	Номинальный диаметр ПНП, мм (диаметр должен быть выражен в миллиметрах с точностью до двух десятичных знаков после запятой)	Соответствие ТУ изготовителя; табличное значение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.2.1	Допустимое отклонение диаметра ПНП от номинального значения	Предельное отклонение от номинального диаметра не более ± 1 % для диаметров проводов 10 мм и более; и ± 0,1 мм - для диаметров менее 10 мм	ГОСТ Р МЭК 62219, п. 6.6.2; Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.3	Сердечник: - качество исходного материала; - допустимые отклонения по критериям качества	Соответствие ТУ изготовителя, подтвержденное протоколами испытаний	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.3.1	- количество проволок в повиве	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.3.2	- количество повивов	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.4	Проволоки ТПЧ ПНП: - качество исходного материала; - допустимые отклонения по критериям качества; - алюминиевый сплав,	Соответствие ТУ изготовителя, подтверждённое протоколами испытаний	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
	процентное соотношение между компонентами; - профилированные или круглые		
1.4.1	- количество проволок, шт.: - 1 повив; - 2 повив; - 3 повив; - 4 повив (если имеется)	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.4.2	- диаметр (эквивалентный диаметр), мм	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.4.3	- допустимое отклонение диаметра (эквивалентного диаметра) от номинального значения	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.5	Качество заполнения ПНП смазкой и наложения смазки на сердечник	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.6	Ширина зазора между сердечником и ТПЧ (при наличии)	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.7	**Требования к скрутке проволок**		
1.7.1	Общие требования: - направление повивов проволок в смежных повивах; - равномерность и плотность прилегания повивов между собой	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.7.2	Направление скрутки наружного повива	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.7.3	Кратность шагов скрутки в повивах ТПЧ ПНП: - 1 повив; - 2 повив; - 3 повив; - 4 повив (если имеется)	Кратность шага скрутки для повивов из стальной оцинкованной проволоки должна быть: - для повива из 6, 7 или 19 проволок - от 16 до 26; - для повива из 12 или 19 проволок - от 14 до 22; - для некоторых конструкций проводов (рисунок 1 б), минимальная кратность шага скрутки может быть менее 10 для внутренних и внешних повивов. Кратность шага скрутки для алюминиевых повивов всех типов проводов должна быть: - для наружного повива	ГОСТ Р МЭК 62219, п. 5.5.3, п. 5.5.4; Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
		- от 10 до 14; - для внутренних повивов алюминиевых проволок - от 10 до 16	
1.7.4	Коэффициент заполнения поперечного сечения ПНП не менее	0,92	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.7.5	Кратность шагов скрутки проволок в сердечнике ПНП: - 1 повив; - 2 повив; - 3 повив; - 4 повив (если имеется)	В стальном сердечнике из 19 проволок кратность шага скрутки повива из 12 проволок не должна быть более кратности шага скрутки повива из 6 проволок. В проводе, имеющем несколько повивов алюминиевых проволок, кратность шага скрутки любого алюминиевого повива не должна быть более кратности шага скрутки непосредственно нижележащего алюминиевого повива	ГОСТ Р МЭК 62219, п. 5.5.5 Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.8	Требования к качеству поверхности ПНП	Поверхность ПНП должна быть гладкой, не иметь трещин, шероховатостей, канавок, посторонних включений и других дефектов, ухудшающих эксплуатационные качества ПНП	ГОСТ Р МЭК 62219, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Требования к внешнему виду ПНП	Соответствие ТУ изготовителя. Не должно быть схлёстывания, выпирания, разрывов и надломов отдельных проволок	ГОСТ Р МЭК 62219, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.10	Минимальный радиус изгиба ПНП	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	**Требования к физико-механическим параметрам ПНП**		
2.2	Масса ПНП в целом (без смазки), кг/км	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2.1	Масса ПНП в целом (со смазкой), кг/км	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2.2	Масса токопроводящего повива, кг/км	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2.3	Масса сердечника, кг/км	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
2.2.4	Допуск на отклонение линейной плотности ПНП без смазки, в процентах, не более	±2 %	ГОСТ Р МЭК 62219, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2.5	Допуск на отклонение массы ПНП без смазки, в процентах, не более	±2 %	ГОСТ Р МЭК 62219, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3	Температурный коэффициент линейного удлинения ПНП α_L, 10^{-6}/°С,	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3.1	Температурный коэффициент линейного удлинения ВТП выше точки перегиба, 10^{-6}/ °С,	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3.2	Температурный коэффициент линейного удлинения ВТП ниже точки перегиба, 1/ °С	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3.3	Точка перегиба (для ВТП), °С	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3.4	Превышение температуры нагрева ПНП длительно допустимым током в месте установки арматуры	Не должна превышать температуры свободного участка провода более чем на 10 °С	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ Р 51155
3	**Требования к электрическим параметрам ПНП**		
3.1	Электрическое сопротивление постоянному току, R, Ом/км: компактированные ПНП: - при температуре плюс 20 °С; высокотемпературные провода: - при температуре плюс 20 °С; - при длительно допустимом токе; - при максимальной температуре	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.2	Температурный коэффициент сопротивления ПНП, 1/°С, β_R компактированные: - при температуре плюс 20 °С; высокотемпературные а: - при температуре плюс 20 °С; - при длительно допустимом токе; - в режиме перегрузке при максимальной температуре	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.3	Токовая нагрузка при скорости ветра 0,6 м/с температуре окружающей среды 25 °С, солнечной радиации 1000	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
	Вт/м^2 и температуре ПНП: компактированные: - плюс 40 °С; высокотемпературные: - при длительно допустимом токе; - в режиме перегрузки при максимальной температуре		
4	**Требования к условиям эксплуатации**		
4.1	Климатическое исполнение	Соответствие ТУ изготовителя	ГОСТ 15150, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.2	Предельные значения температуры среды, °С, не менее:	Минус 60, +40	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Длительно допустимая температура (ДДТ) нагрева ПНП в процессе эксплуатации, °С, - компактированный; - высокотемпературный	не менее значения, указанного в ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Максимальная кратковременно допустимая температура ПНП в режиме перегрузки (t_{max}), °С, в течение 2 ч, не менее	не менее значения, указанного в ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	**Требования к составу испытаний**		
5.1	Проверка механических параметров		
5.1.1	МПР ПНП, не менее	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.1.1	МПР сердечника, не менее	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.2	Модуль упругости ПНП, установившиеся (конечные) значения модулей упругости проводов	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.3	Модуль упругости сердечника, установившиеся (конечные) модули сердечников	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.4	Прочность заделки ПНП в натяжных и соединительных зажимах, не менее	95 % от МПР ПНП	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.5	Прочность заделки ПНП в шлейфовых соединителях	Соответствие СТО 56947007-29.120.10.129-2012 и ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
5.1.6	Испытание на ползучесть, 1000 ч, μ/м,	20 % от МПР ПНП	МЭК 61395[27], Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.7	Стойкость системы «провод-зажим» к 10^5 циклов пляски	Соответствие ТУ изготовителя; отсутствие повреждений, выскальзывания	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.8	Стойкость системы «провод-арматура» к 10^8 циклам эоловой вибрации при растягивающей силе равной 25 % от прочности ПНП	Отсутствие повреждений	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.9	Стойкость системы «провод-арматура» к воздействию: - циклической смены температур в интервале от максимальной рабочей до температуры окружающей среды; - при аварийной температуре для ВТП	Отсутствие повреждений	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.1.10	Параметры стойкости к коррозии в агрессивной среде	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.2	Проверка электрических параметров		
5.2.1	Сопротивление постоянному току при $t = 20°C$	Не более значения, заданного в ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.2.2	Качество электрического контакта системы «провод-арматура» после термического старения 500 циклами «нагрев-охлаждение»	$\sigma_0 \leq 0,8$; $\sigma_{нг} \leq 0,8$; $\sigma_{пг} \leq 1,0$; $\sigma_ц \leq 1,0$ В процессе термического старения 500 циклами «нагрев–охлаждение» выполняется условие: $\sigma_ц(50) - \sigma_ц(0) \geq \sigma_ц(100) - \sigma_ц(50) \ldots \geq \sigma_ц(500) - \sigma_ц(450)$	ГОСТ 51177, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.2.3	Потери на корону не более расчётного значения	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.3	короткие отрезки ПНП	- не должны превышать 5 % от всего заказа при условии, что их длина не менее 50 % установленной строительной длины	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.4	Требование к строительной	Соответствие ТУ изготовителя	Требование

<table>
<tr><th>№</th><th>Наименование параметра (функциональных показателей)</th><th>Значение параметра (функциональных показателей)</th><th>Документ, устанавливающий требование</th></tr>
<tr><td></td><td>длине ПНП</td><td>-под строительные длины ВЛ;
- не менее 2 км</td><td>ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">Требования к соединениям проволок</td></tr>
<tr><td>6.1</td><td>Соединения проволок</td><td>Допускаются до окончательного волочения</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.2</td><td>Соединение стальной оцинкованной проволоки или проволок сердечника в процессе скрутки</td><td>Не допускается</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.3</td><td>Соединение алюминиевой проволоки в проводе строительной длины</td><td>Не более одного соединения</td><td>IEC 61089, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.4</td><td>Сварка алюминиевой проволоки для получения требуемой длины провода в процессе скрутки</td><td>Не допускается</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.5</td><td>Соединения при обрывах алюминиевой проволоки, которые могут иметь место в процессе скрутки</td><td>Допускаются при условии, что обрывы не обусловлены дефектами проволоки и использованием коротких отрезков алюминиевых проволок</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.6</td><td>Требования к местам сварки</td><td>Полное соответствие геометрии исходной проволоки (в местах сварки должны быть удалены заусенцы до получения формы исходной проволоки и не должно быть неровностей)</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.6.1</td><td>Требования к числу мест сварки для алюминиевых проволок</td><td>Допускается сварка алюминиевых проволок, не более 5 на строительной длине, при этом расстояние между местами сварки должно быть не менее
15 м. Геометрический профиль проволоки в месте сварки должен соответствовать профилю проволоки
<table>
<tr><th>Число повивов алюминиевой проволоки</th><th>Допустимое число соединений на строительной длине провода</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5</td></tr>
</table></td><td>п. 5.6 ГОСТ Р МЭК 62219, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
<tr><td>6.6.2</td><td>Требование к расстоянию между местами сварки для алюминиевых проволок</td><td>Не менее 15 м на одной и той же проволоке или на любой другой алюминиевой проволоке</td><td>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</td></tr>
</table>

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
		провода	
6.6.3	Требования к типу сварных соединений	Соединения должны выполняться - электрической сваркой встык; - электрической холодной стыковой сваркой сопротивлением; - холодной сваркой под давлением; - другим соответствующим способом сварки	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.6.3.1	Требование к электрической сварке	Место сварки следует отжигать на расстояние не менее 250 мм по обе стороны сварки	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.6.3.2	Требование к сопротивлению разрыва проволоки в месте соединения	- не менее 75 МПа для отожженных мест стыковой электросварки; - не менее 130 МПа для мест холодной сварки под давлением и холодной стыковой электросварки	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7	**Требования к совместно применяемой арматуре линейной**		
7.1	Натяжная арматура	Соответствие требованиям ГОСТ Р 51177-98 и СТО 56947007-29.120.10.061-2010 и требованиям раздела 5 Приложения Г настоящего СТО	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.2	Соединительная арматура	Соответствие требованиям ГОСТ Р 51177-98 и СТО 56947007-29.120.10.063-2010 и требованиям раздела 5 приложения Г настоящего СТО	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.3	Поддерживающая арматура	Соответствие требованиям ГОСТ Р 51177-98 и СТО 56947007-29.120.10.062-2010 и требованиям раздела 5 приложения Г настоящего СТО	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
8	**Требования к сроку эксплуатации и безопасности (надежности)**		
8.1	Срок службы ПНП	50 лет, не менее	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
8.2	Гарантийный срок эксплуатации ПНП	5 лет, не менее	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
8.3	Требование к технической	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
	документации на ПНП		
8.4	Наличие перечня рекомендуемой арматуры, подтверждающей эксплуатационные характеристики «провод-зажим»	Соответствие ТУ изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9	**Требования к маркировке, упаковке и таре**		
9.1	Требования к упаковке	Основные требования: - намотка на деревянные барабаны по ГОСТ 5151; - расстояние между верхними витками и краем щеки барабана не менее 30 мм; - количество отрезков на барабане не более трех одной и той же марки; - верхний конец провода крепится к внутренней стороне щеки барабана гвоздями; - обшивка барабанов согласно ГОСТ 5151; - упаковка проводов для поставки в районы с холодным климатом выпускается согласно ГОСТ 15846	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2	Требования к маркировке	На щеке барабана (на прикрепленном ярлыке) указывается: - товарный знак или наименование предприятия-изготовителя; - марка и сечение (в $мм^2$); - длина провода (в м); - масса нетто и брутто (в кг); - дата изготовления; - обозначение ТУ. Если на барабан намотано более одного отрезка провода, длина отрезков должна быть указана последовательно, начиная с верхнего	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.3	Требование к транспортированию и хранению	Условия транспортирования и хранения проводов в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать: - группе 8 по ГОСТ 15150 для	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
		районов с умеренным и холодным климатом; - группе 9 по ГОСТ 15150 для любых климатических районов, в том числе и районов с тропическим климатом	
9.4	Требование к информации об условиях упаковки, предоставляемой при заказе изготовителем Заказчику	Минимальная информация: - тип, размер и способ упаковки; - габариты и требования к осевому отверстию барабана; - вывода нижнего конца провода для заземления (для проведения измерений)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
10	**Требования к сервисным центрам**		
10.1	Сервисные центры по обслуживанию ПНП создаются предприятиями-изготовителями или их поставщиками на территории Российской Федерации для выполнения ремонта или замены изготовленного ими оборудования в период гарантийного и всего срока службы, и подготовки эксплуатационного и ремонтного персонала	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
10.2	Требования к функционированию сервисного центра: h) Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта. i) Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов. j) Наличие аттестованных изготовителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра (функциональных показателей)	Значение параметра (функциональных показателей)	Документ, устанавливающий требование
	k) Наличие достаточного для обеспечения своевременного (не более 5-ти суток) ремонта всего спектра поставляемого оборудования аварийного резерва запчастей. l) Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона. m) Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов. n) Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания гарантийного срока. o) Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев		

Приложение Д
(справочное)

Таблица Д1. Перечень рекомендованной линейной арматуры для проводов нового поколения*

п/п	Марка ПНП	Линейная арматура (допущенная к применению на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» совместно с проводом)	Изготовитель/поставщик
Компактированные провода			
1	**AACSRZ** (ООО «Ламифил», Россия)	- натяжные зажимы прессуемые типа НАС ; - поддерживающие зажимы типа ПГН - соединительные зажимы прессуемые типа САС	ООО «ПК» Астон-Электротехника" (Россия)
			BELOS PLP (Польша)
2	**AAAC – Z** (ООО «Ламифил», Россия)	- натяжные зажимы прессуемые типа НАС; - поддерживающие зажимы типа ПГН; - соединительные зажимы прессуемые типа САС	ООО «ПК» Астон-Электротехника" (Россия) BELOS PLP (Польша)
3	**АСВП** (ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский», Россия)	- натяжные спиральные зажимы типа НС, - поддерживающие спиральные типа ПС, - соединительные типа СС; - натяжные зажимы типа ЗНК; - зажимы поддерживающие типа ПГН	ЗАО «Электросеть-стройпроект» (Россия)
4	**АСк2у** (ОАО «Кирскабель», Россия)	- натяжные зажимы типа НАС, - соединительные зажимы типа САС, СОАС, - прессуемый ремонтный зажим типа РАС, - поддерживающий зажим типа ПГН,	ЗАО ЗВА «Астон-Энерго» (Россия)
		- натяжные зажимы типа НАС; - соединительные типа САС, - аппаратные типа А4АС, - ответствительные типа РОАС, - поддерживающе типа ПГН и ПГ	ООО «МЗВА» (ООО «ЧЭМЗ») (Россия)
		- натяжные зажимы типа НАС, - соединительные зажимы типа САС, - поддерживающие зажимы типа ПГН, - распорки глухие типа РГ и РГУ, - распорки демпфирующие типа РД, - гасители вибрации типа ГВМ-А	ОАО «ЮАИЗ» (Россия)

5	**АСку** (ОАО «Кирскабель», Россия)	- натяжные зажимы типа НС, - соединительные зажимы типа СС, - поддерживающе зажимы типа ПС, - ремонтные зажимы типа РС, - шлейфовые зажимы типа ШС, - протекторы типа ПЗС, - ответвительные зажимы типа ШСО	Курский филиал АО «ЭССП» (Россия)
		- натяжные зажимы типа НАС, НБ; - соединительные зажимы типа НАС, - аппаратные А4АС, - ответвительные зажимы типа РОАС, - поддерживающе зажимы типа ПГН и ПГ.	ООО «МЗВА» (ООО «ЧЭМЗ») (Россия)
		- натяжные зажимы типа НАС-1М, - соединительные зажимы типа САС, СОАС, - поддерживающий зажим типа ПГН,	ЗАО ЗВА «Астон-Энерго» (Россия)
Высокотемпературные провода с температурой нагрева больше 90 °С			
6	**АСВТ** (ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский», Россия)	- натяжные спиральные зажимы типа НС; - натяжные зажимы типа ЗНК; - поддерживающие типа ПС; - соединительные типа СС.	ЗАО «Электросеть-стройпроект» (Россия)
7	**АСПТ** (ООО «ЭМ-Кабель», Россия)	- натяжные НАС, НАСУС; - поддерживающими ПГН; - спиральные поддерживающие типа ПГН;	ООО «МЗВА» (ООО «ЧЭМЗ») (Россия)
8	**АСТ** (ОАО «Кирскабель» (Россия)	- зажим натяжной спиральный типа НС - соединительный типа СС	ЗАО «Электросеть-стройпроект» (Россия)
9	**СЕНИЛЕК: АТ3/С АТ3П/С** АО «Людиново-кабель» (Россия)	- натяжные зажимы типа НАТ3/С и НАТ3П/С; - поддерживающие зажимы типа ПГАТ3/С и ПГАТ3П/С; - протекторы ПЗС; - соединительные зажимы типа САТ3/С и САТ3П/С	ООО «МЗВА» (ООО «ЧЭМЗ») (Россия)
10	**TACSR/ACS** (Фирма Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия)	- натяжные зажимы типа НС; - соединительные зажимы типа СС - клиновые зажимы и прессуемые	ЗАО «Электросеть-стройпроект» (Россия)
11	**TACSR/HACIN** (Фирма Lumpi-Berndorf Draht-und Seilwerk Gmbh (Австрия)	- натяжные зажимы типа НС; - соединительные зажимы типа СС	

Высокотемпературные провода с композитным сердечником			
12	**ACCC** (ООО «Ламифил» Россия) АО «Кирскабель» АО «Иркутсккабель» (Россия)	- натяжные зажимы типа SK; - соединительные зажимы типа SK; - поддерживающие зажимы типа AGS-200	BELOS PLP (Польша)
13	**ACCR** АО «Людиново-кабель» (Россия)	- арматура прессуемого типа - арматура спирального типа	Арматура спирального типа производства компании PLP
			Арматура прессуемого типа производства компании ACA
Высокотемпературные провода с зазором между ТПЧ и сердечником			
14	**GTACSR (GZTACSR)** (J -Power Systems Corporation (Япония)	- натяжная арматура прессуемого типа; - поддерживающая арматура болтового типа	Dulhunty Yangzhou Line Fitting Co. Ltd

***** Допустимо применение любой пары «ПНП и зажимов» только по результатам полного комплекса механических испытаний и допущенных к применению ПАО «ФСК ЕЭС» в установленном порядке.

Приложение Е
(справочное)

Стоимостные показатели проводов нового поколения, приведенные к 2001 году*

(* При проектировании, строительстве и реконструкции ВЛ необходимо уточнять цены на конкретный тип ПНП у производителей)

1 Компактированные провода

Таблица Е1.1. Цена компактированного провода AACSRZ, приведённая к 2001 году. Изготовитель ООО «Ламифил»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
AACSRZ 251	52,8
AACSRZ 339	82,3
AACSRZ 527	125,7
AACSRZ 649	179,8
AACSRZ 747	199,0
AACSRZ 797	201,8
AACSRZ 835	207,8
AACSRZ 1055	234,4

Таблица Е1.2. Цена компактированного провода AAAC-Z, приведённая к 2001 году. Изготовитель ООО «Ламифил»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
AAAC-Z 148-1Z	25,5
AAAC-Z 177-1Z	30,2
AAAC-Z 242-2Z	40,4
AAAC-Z 261-2Z	43,5
AAAC-Z 301-2Z	50,0
AAAC-Z 346-2Z	57,0
AAAC-Z 366-2Z	60,4
AAAC-Z 455-2Z	76,2
AAAC-Z 504-2Z	84,3
AAAC-Z 538-2Z	104,7
AAAC-Z 635-1Z	128,6
AAAC-Z 648-2Z	126,8
AAAC-Z 666-2Z	130,1
AAAC-Z 707-2Z	137,6
AAAC-Z 928-3Z	178,6

Таблица Е1.3. Цена компактированного провода АСВП, приведённая к 2001 году. Изготовитель ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский», поставщик провода ООО «Энергосервис»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб. за 1 км
Исполнение I	
АСВП 128/36	30,8
АСВП 133/37	32,1
АСВП 139/38	32,9
АСВП 159/44	37,8
АСВП 162/45	38,9
АСВП 168/49	40,9
АСВП 174/50	42,2
АСВП 190/54	45,8
АСВП 197/55	47,3
АСВП 197/56	47,4
АСВП 214/61	51,6
АСВП 218/63	52,8
АСВП 258/73	61,9
АСВП 277/79	66,8
АСВП 371/106	89,8
Исполнение II	
АСВП 128/37	31,1
АСВП 133/38	32,4
АСВП 139/39	33,2
АСВП 159/45	38,5
АСВП 162/47	39,6
АСВП 168/51	41,7
АСВП 174/51	42,6
АСВП 190/55	46,3
АСВП 197/56	47,8
АСВП 197/57	47,9
АСВП 214/61	51,8
АСВП 218/63	53,0
АСВП 258/74	62,5
АСВП 277/81	67,7
АСВП 371/109	91,0
Исполнение III	
АСВП 461/64	86,0
АСВП 477/66	88,8
АСВП 571/80	106,7

2 Высокотемпературные провода

Таблица Е2.1. Цена высокотемпературного провода АСВТ, приведённая к 2001 году. Изготовитель ОАО «Северсталь-метиз» филиал «Волгоградский», поставщик провода ООО «Энергосервис»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
Исполнение I	
АСВТ 128/36	31,5
АСВТ 133/37	32,8
АСВТ 139/38	33,8
АСВТ 159/44	38,9
АСВТ 162/45	39,9
АСВТ 168/49	41,8
АСВТ 174/50	43,1
АСВТ 190/54	46,9
АСВТ 197/55	48,4
АСВТ 197/56	48,5
АСВТ 214/61	52,6
АСВТ 218/63	53,8
АСВТ 258/73	63,3
АСВТ 277/79	68,4
АСВТ 371/106	91,8
Исполнение II	
АСВТ 128/37	31,5
АСВТ 133/38	32,8
АСВТ 139/39	33,9
АСВТ 159/45	39,0
АСВТ 162/47	40,0
АСВТ 168/51	41,9
АСВТ 174/51	43,2
АСВТ 190/55	46,9
АСВТ 197/56	48,5
АСВТ 197/57	48,6
АСВТ 214/61	52,7
АСВТ 218/63	53,9
АСВТ 258/74	63,4
АСВТ 277/81	68,4
АСВТ 371/109	91,9
Исполнение III	
АСВТ 461/64	95,7
АСВТ 477/66	98,9
АСВТ 571/80	118,7

Таблица Е2.2. Цена высокотемпературного провода СЕНИЛЕК АТЗ/С и СЕНИЛЕК АТЗП/С, приведённая к 2001 году. Изготовитель АО «Людиновокабель»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
СЕНИЛЕК АТЗ/С	
АТЗ/С 70/11	19,6
АТЗ/С 95/16	26,2
АТЗ/С 120/19	32,1.
АТЗ/С 150/24	39,7
АТЗ/С 185/29	47,7
АТЗ/С 240/39	61,5
АТЗ/С 300/39	74,4
АТЗ/С 400/51	96,9
АТЗ/С 500/64	
СЕНИЛЕК АТЗП/С	
АТЗП/С 120/19	37,0
АТЗП/С 150/24	45,7
АТЗП/С 185/29	54,9
АТЗП/С 240/39	70,7
АТЗП/С 300/39	87,7
АТЗП/С 400/51	111,5
АТЗП/С 500/64	137,6

3 Высокотемпературные провода с композитным сердечником

Таблица Е3.1. Цена высокотемпературного провода ACCC®, приведенная к 2001 году. Изготовитель ООО «Ламифил»

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
Helsinki 160	108,3
Copenhagen 230	119,7
Reykjavic 235	134,7
Monte Carlo 240	223,7
Glasgow 245	144,7
Casablanca 285	143,2
Lisbon 325	150,2
Oslo 325	187,6
Amsterdam 380	170,1
Leipzig 420 USL	239,1
Brussels 430	181,8
Stockholm-3L 470	211,8

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
Warsaw 530	220,8
Dublin 540	245,1
Hamburg 570	227,5
Milan 590	245,0
Rome 610	259,0
Vienna 650	256,6
Budapest 690	273,5
Prague 710	269,9
Munich 760	287,8
London 780	287,8
Paris 840	292,4
Antwerp 970	335,9
Madrid 1050	349,6
Berlin 1050	397,1

Таблица Е3.2. Цена высокотемпературного провода АССС, приведенная к 2001 году. Изготовитель АО «Иркутсккабель» (АО «УК «УНКОМТЕХ»)

Марка и сечение провода	Цена, приведённая к 2001 году, тыс. руб., за 1 км
Helsinki 160	126,9
Copenhagen 230	139,3
Reykjavic 235	151,1
Monte Carlo 240	271,2
Glasgow 245	142,5
Casablanca 285	161,2
Lisbon 325	164,1
Oslo 325	190,1
Amsterdam 380	168,8
Brussels 430	183,5
Warsaw 530	224,3.
Dublin 540	233,9

Библиография

1. Положение ОАО «Россети» о Единой технической политике в электросетевом комплексе/Одобрена Советом директоров ОАО «Россети» (протокол от 23.10.2013 № 138). Одобрена и введена в действие Советом директоров ОАО «ФСК ЕЭС» (протокол от 27.12.2013 № 208), 2013.

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ (Издание седьмое) (с изменением). Приказ Минэнерго России от 20.05.2003 № 187).

3. МЭК 60888(1987) Проволока стальная с цинковым покрытием для скрученных проводов (IEC 60888(1987) Zinc-coated steel wires for stranded conductors).

4. МЭК 61232(1993) Проволока стальная, плакированная алюминием, электротехнического назначения (IEC 61232(1993) Aluminium-clad steel wires for electrical purposes).

5. МЭК 60889(1987) Проволока алюминиевая твердотянутая для воздушных линий электропередачи (IEC 60889(1987) Hard-drawn aluminium wire for overhead line conductors).

6. МЭК 60104(1987) Провода из сплава типа алюминий-магний-кремний для воздушных линий электропередач (IEC 60104(1987) Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors).

7. МЭК 60121(1960) Провода общего назначения отожженные алюминиевые. Рекомендации (IEC 60121(1960) Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wires).

8. СТО 56947007-29.240.056-2010 Методические указания по определению региональных коэффициентов при расчете климатических нагрузок, ОАО «ФСК ЕЭС».

9. СТО 56947007- 29.240.55.192-2014 Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ, ОАО «ФСК ЕЭС».

10. СТО 56947007-29.240.55.143-2013 Методика расчёта предельных токовых нагрузок по условиям сохранения механической прочности проводов и допустимых габаритов воздушных линий (с изменениями от 19.01.2015, 02.11.2016, 07.09.2017), ОАО «ФСК ЕЭС».

11. СТО 56947007-29.120.10.063-2010 Соединительная арматура для ВЛ. Технические требования (с изменениями от 14.06.2018), ОАО «ФСК ЕЭС».

12. СТО 56947007-29.120.10.061-2010 Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования (с изменениями от 14.06.2018), ОАО «ФСК ЕЭС».

13. СТО 56947007-29.120.10.062-2010 Поддерживающая арматура для ВЛ. Технические требования (с изменениями от 14.06.2018), ОАО «ФСК ЕЭС».

14. СТО 56947007-29.120.10.129-2012 Шлейфовые соединения присоединяемые на ВЛ 220-500 кВ. Общие технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».

15. РД 34.20.172 Руководящие указания по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330-750 кВ и постоянного тока 800-1500 кВ., утверждены Минэнерго СССР 28.06.1974.

16. ASTM B958/B958M-16 Стандарт Американского общества по испытаниям и материалам ASTM. Технические условия для экстравысокопрочного и ультравысокопрочного покрытия - цинк класса А-5%, алюминий-мишметалл сплав-покрытие стального сердечника для использования в воздушных линиях электропередачи (ASTM B958/B958M-16 Standard of American Society for Testing and Materials Standard Specification for Extra-High-Strength and Ultra-High-Strength Class A Zinc–5% Aluminum-Mischmetal Alloy-Coated Steel Core Wire for Use in Overhead Electrical Conductors).

17. ТУ 3510-001-69948333-2012 Провода неизолированные для высоковольтных линий электропередач компактированные типа Z. Технические условия. Утверждены 25.06.2013 Генеральным директором ООО «Ламифил» М.В. Петуховым, ООО «Ламифил».

18. ТУ 3510-003-69948333-2012 Провода неизолированные для высоковольтных линий электропередач с композитным сердечником. Утверждены в 2014 году Генеральным директором ООО «Сим-Росс-Ламифил» М.В. Петуховым, ООО «Сим-Росс-Ламифил».

19. СТО 71915393-ТУ 120-2013 Провода сталеалюминиевые марки АСВП (высокопрочные), АСВТ (высокотемпературные) для воздушных линий электропередачи. Технические условия. Утверждены в 2013 году Начальником технологической службы ОАО «Северсталь-метиз» А.В. Виноградовым, ОАО «Северсталь-метиз».

20. ТУ 16.К03-53-2012 Провода неизолированные компактированные для воздушных линий электропередач (АСк2у). Утверждены 14.02.2012 Исполнительным директором ОАО «Кирскабель» А.И. Козуниным, ОАО «Кирскабель».

21. ТУ 16.К03-57-2012 Провода неизолированные компактированные для воздушных линий электропередач (АСку). Утверждены 14.02.2012 Исполнительным директором ОАО «Кирскабель» А.И. Козуниным, ОАО «Кирскабель».

22. ТУ 3511-005-63976268-2010 Провод неизолированный из термостойкого алюминиевого сплава с сердечником из стальной проволоки, плакированной алюминием (АСПТ). Утверждены 24.12.2010 Генеральным директором ООО «ЭМ-КАБЕЛЬ» К.Ш. Мангутовым, ООО «ЭМ-КАБЕЛЬ».

23. ТУ 16.К03-49-2009 Провода неизолированные термостойкие для воздушных линий электропередачи»(АСТ). Утверждены 25.08.2009 Директором Кирсинского филиала ЗАО «Управляющая компания «УНКОМТЕХ» - Исполнительным директором ОАО «Кирскабель», А.Ю. Прохоровым, Кирсинский филиал ЗАО «Управляющая компания «УНКОМТЕХ».

24. ТУ 3511-005-41183126-2013 Провода марки «СЕНИЛЕК» неизолированные для воздушных линий электропередачи с рабочей температурой до 210° С. Технические условия. Утверждены 20.01.2014 Генеральным директором ЗАО «Людиновокабель» Н.И. Никитиным, ЗАО «Людиновокабель».

25. ТУ 3511-002-41183126-2013 Провода неизолированные термостойкие для воздушных линий электропередачи на напряжение свыше 1 кВ (марки ACCR), ЗАО «Людиновокабель». Технические условия. Утверждены 14.04.2014 Генеральным директором ЗАО «Людиновокабель» Н.И. Никитиным, ЗАО «Людиновокабель».

26. ТУ 16.К03-63-2014 Провода неизолированные для высоковольтных линий электропередач с композитным сердечником (ACCC) АО «Ункомтех». Утверждены 18.08.2014 Техническим директором ОАО «Кирскабель» И.Н. Носковым, ОАО «Кирскабель».

27. МЭК 61395(1998) Провода электрические для воздушных линий электропередач. Методики испытания скрученных проводов на ползучесть (IEC 61395(1998) Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors).

28. ТУ 16-705.493-2006 Катанка из алюминиевого сплава. Технические условия. Утверждены ОАО «ВНИИКП» 01.12.2006.

gost.e-ecolog.ru