

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОВОДОВ ВЛ

ОСОБЕННОСТИ, СРАВНЕНИЕ С ОБЫЧНЫМИ СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫМИ ПРОВОДАМИ ТРАДИЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ

АВТОРЫ:

ТИМАШОВА Л.В.,
К.Т.Н.,
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

НАЗАРОВ И.А.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

МЕРЗЛЯКОВ А.С.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Разработка и внедрение инновационных решений при реконструкции и строительстве ВЛ - основной путь решения проблемы повышения пропускной способности линий



Как известно, потребление электрической энергии как в промышленной, так и в социальной сферах в настоящее время непрерывно возрастает. В связи с этим возникает проблема повышения пропускной способности воздушных линий электропередачи (ВЛ) для обеспечения надежного энергоснабжения всех потребителей.

Основной путь решения этой проблемы – разработка и внедрение инновационных решений при реконструкции действующих ВЛ и строительстве новых линий электропередачи, в частности применение проводов нового поколения, обладающих улучшенными (по сравнению с обычными сталеалюминиевыми проводами традиционной конструкции (АС), ГОСТ 839–80 [1]) механическими и электрическими параметрами.

В настоящее время наиболее перспективными являются следующие виды проводов нового поколения:

- компактированные провода со стальным сердечником;
- компактированные провода с композитным сердечником;
- провода с металлокомпозитным сердечником;
- провода марки AERO Z;
- провода с сердечником из сталеалюминиевого сплава инвар;
- сталеалюминиевые провода с зазором.

В ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» проведен анализ механических и электрических параметров и выполнены испытания указанных выше проводов нового поколения. О результатах этих работ пойдет речь в данной статье.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Основными требованиями, предъявляемыми к проводам нового поколения, являются:

- максимально высокая электропроводность;
- максимально высокая механическая прочность;
- небольшая погонная масса;
- малые температурные удлинения;
- устойчивость к старению и ветровым воздействиям.

Провода АС представляют собой витые многожильные провода, токопроводящая часть которых состоит из нескольких слоев алюминиевых проволок круглой формы сечения, сердечник представляет собой скрученные в прядь стальные (оцинкованные) проволоки. Температура проводов АС в процессе эксплуатации не должна превышать 90 °С, так как нагрев ведет к снижению механической прочности алюминиевой проволоки.

В проводах нового поколения в большинстве случаев в качестве материала токопроводящей части используются термостойкие алюминиевые сплавы (TAL, ZTAL и др.), что обеспечивает длительную эксплуатацию проводов при температурах 150 °С и более. Это позволяет выдерживать значительно большую токовую нагрузку в сравнении с проводами АС. Конструкция токопроводящей части проводов нового поколения может быть выполнена из нескольких слоев проволок круглой формы либо компактированной - пластическое обжатие повивов, либо из проволок профилированной формы (трапецеидальные, Z-образные).

ИНФОРМАЦИЯ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОДА С ЗАЗОРОМ

В марте 2009 года в МЭС Юга была завершена замена провода на ВЛ 220 кВ «Афипская» – «Крымская».

Значительное повышение пропускной способности и надежности ВЛ достигается путем замены провода на существующих опорах на прогрессивный провод с зазором, с повышенной пропускной способностью и улучшенными механическими характеристиками (меньший вес и диаметр, при росте температуры с ростом тока образуется меньшая стрела провеса, чем при проводе АС-300), что максимально снизило нагрузки на существующие опоры, которые имели некоторый износ за годы эксплуатации.

После завершения реконструкции линии электропередачи ВЛ 220 кВ «Афипская» – «Крымская» значительно повысились мощность и стабильность энергоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов юго-западного района Краснодарского края.

ИНФОРМАЦИЯ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОДА AERO-Z

Первая ЛЭП с проводами Aero-Z и грозозащитными тросами была сооружена в Бельгии в 1974 году. Длина этой линии около 3 км, она пересекает реку Шельду, соединяя АЭС и морской порт г. Антверпена.

Строительство такой ЛЭП было обусловлено необходимостью передачи большой мощности через широкую судоходную реку (высота под проводом не менее 70 м при самом высоком уровне воды в реке), при этом на линию огромное влияние оказывали сильные ветра, характерные для данных мест.

Таким образом, было достигнуто значительное уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления наиболее сильным ветрам.

Это снижение влечет за собой меньшие механические напряжения в опорах при проводах равного диаметра или позволяет увеличить сечение проводов, а значит, и пропускную способность при тех же механических напряжениях в опорах.

Источник:
<http://www.energo-info.ru>

Это обеспечивает в проводах высокий коэффициент заполнения токопроводящей части, благодаря чему компактированные провода при том же диаметре имеют большее сечение токопроводящей части (в сравнении с проводами АС) и, напротив, при одинаковом сечении токопроводящей части – существенно меньший диаметр, более гладкую поверхность и, как следствие, более низкое аэродинамическое сопротивление (по сравнению с проводами АС). Использование проволок Z-образной формы (например, провод АААС марки AERO-Z) обеспечивает высокую коррозионную стойкость провода, повышенную жесткость на кручение, более высокую стойкость к низкочастотным колебаниям («пляска») и к образованию наледи на проводе.

В качестве сердечников в проводах нового поколения применяются: скрученные в прядь стальные оцинкованные или лакированные алюминием проволоки, проволоки из различных сплавов на основе стали, а также композитные материалы.

В высокотемпературных проводах для обеспечения малых стрел провеса в качестве материала сердечника могут применяться различные сплавы, например сталеникелевый сплав инвар (провод марки ZTACIR). Отличительной особенностью этого сплава является низкий коэффициент температурного удлинения $3,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (для стали $11 \div 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Композитный сердечник может представлять собой монолитный стержень круглого сечения или скрученные в прядь элементарные стержни, выполненные из композитного многокомпонентного материала, состоящего из матрицы (полимерной, металлической, углеродной и др.) и армирующих

элементов (углеродное волокно, базальтовое волокно, стекловолокно, нитевидные кристаллы, тонкодисперсные частицы и др.), обеспечивающих необходимую прочность. Использование композитного сердечника (провода АССС, АССР) способствует повышению механической прочности, значительному снижению массы и коэффициента температурного линейного удлинения. Все это позволяет существенно уменьшить стрелу провеса (по сравнению с обычными проводами АС).

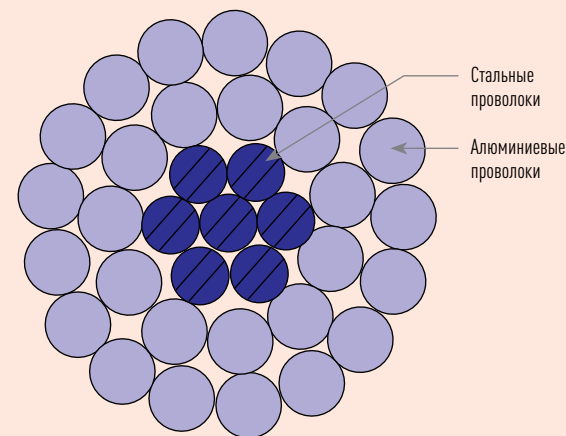
Среди проводов нового поколения находит применение конструкция провода с зазором между стальным сердечником и внутренним токопроводящим повивом из проволок трапецеидальной формы, который заполнен смазкой для обеспечения скольжения токопроводящего слоя провода относительно стального сердечника (провод марки GZTACSR). При монтаже провода стальной сердечник принимает всю нагрузку от тяжений на себя, и температурный коэффициент линейного удлинения провода определяется только коэффициентом линейного удлинения самого сердечника (стали), что позволяет уменьшить стрелу провеса по сравнению с проводами АС при нагреве провода. Однако недостатком этого типа провода является сложный и дорогостоящий монтаж.

СРАВНЕНИЕ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ПРОВОДАМИ АС (ПО ГОСТ 839–80)

В ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» были проведены испытания и определены механические и электрические характеристики ряда проводов нового поколения. В частности,

КОНСТРУКЦИИ ТРАДИЦИОННЫХ ПРОВОДОВ И ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

КОНСТРУКЦИЯ СТАЛЕАЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДА



КОНСТРУКЦИЯ ПРОВОДА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ЗАЗОРОМ

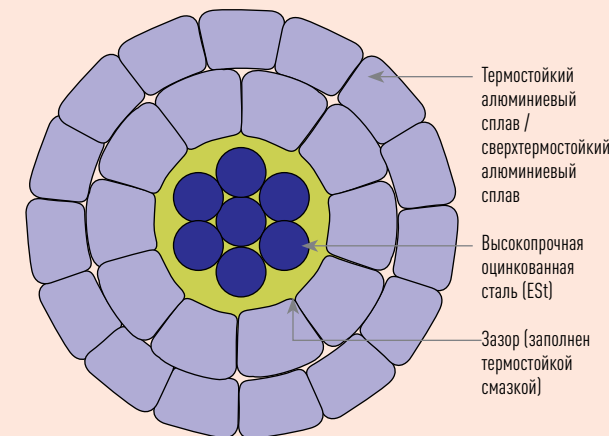


Рис. 1

были проведены испытания высокотемпературного компактированного провода диаметром 24,7 мм с высокопрочным углеродным композитным сердечником диаметром 9,1 мм, сечением токопроводящей части 400 мм² (провод АССС). Провод разработан отечественным производителем, однако на данный момент еще не прошел аттестацию в ОАО «ФСК ЕЭС», поэтому в статье будет фигурировать под условной маркой АКТ 400/65 (алюминий-композит термостойкий). В данной статье приводятся результаты сравнения механических и электрических параметров провода АКТ 400/65 и сталеалюминиевого провода марки АС 400/64 (ГОСТ 839–80). Сечение токопроводящей части провода АКТ 400/65 составляет 390 мм², что соответствует сечению токопроводящей части провода АС 400/64, выполненному по ГОСТ 839–80. Диаметр провода АКТ 400/65 равен 24,7 мм, что меньше на 10,8% диаметра провода АС 400/64, равного 27,7 мм.

СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРОВОДОВ

Что касается конструкции, то провод АС 400/64 (ГОСТ 839–80) состоит из токопроводящей части в виде алюминиевых проволок круглого сечения, навитых двумя повивами вокруг стального сердечника. Скрутка повивов производится в противоположные стороны, наружный повив имеет правое направление скрутки. Компактированный провод АКТ 400/65 состоит из токопроводящей части в виде профилированных проволок из алюминиевого сплава сечением трапецеидальной формы, навитых двумя повивами вокруг композитного сердечника. Скрутка повивов такая же, как и у АС 400/64, т.е. она производится в противоположные стороны, и наружный повив имеет правое направление скрутки. Композитный сердечник представляет собой стержень круглого поперечного сечения из однонаправленных углеродных и стеклянных волокон и термореактивного полимерного связующего на основе эпоксидной матрицы. Углеродные волокна

необходимы для восприятия всей нагрузки, действующей на композитный сердечник в процессе эксплуатации провода. Стеклянные волокна располагаются монолитно по всему периметру сердечника и служат для предотвращения контакта между углеродными волокнами и алюминиевым повивом, так как последние являются гальванической парой.

Замена многопроволочного стального сердечника (как в АС 400/64) на композитный сердечник (как в АКТ 400/65) позволяет: а) снизить общую массу провода; б) увеличить разрывную прочность провода; в) понизить температурный коэффициент линейного удлинения провода.

Важным преимуществом нового провода АКТ 400/65 также является то, что прочность на разрыв композитного сердечника составляет не менее 2000 МПа, а температурный коэффициент линейного удлинения – не более $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Кроме того, композитный сердечник не подвержен коррозии, свой-

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НЕИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ АС 400/64 И АКТ 400/65

Характеристика провода	Марка провода	
	АС 400/64	АКТ 400/65
Материал токопроводящей части	алюминий	алюминиевый сплав ZTAL
Материал сердечника	сталь	высокопрочное углеволокно
Диаметр провода, мм	27,7	24,7
Диаметр сердечника, мм	10,2	9,05
Сечение токопроводящей части, мм ²	390	390,4
Сечение сердечника, мм ²	63,5	64,3
Модуль упругости провода, Н/мм ²	82 500	77 450
Механическая прочность на разрыв, Н	129 183	170 233
Масса 1 км провода, кг	1572	1204
Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току при 20 °С, Ом, не более	0,741	0,742
Температурный коэффициент линейного удлинения сердечника, °С ⁻¹ , 10 ⁻⁶	11,5÷12	1,95
Температурный коэффициент линейного удлинения провода, °С ⁻¹ , 10 ⁻⁶	19,2	17,2
Предельная токовая нагрузка при температуре, А:		
70 °С ¹	860	1090
90 °С ²	1053	1310
150 °С ³	–	1802

¹ При температуре воздуха 25 °С и скорости ветра 1 м/с согласно ПУЭ [2].

² Длительно допустимая температура провода по ГОСТ 839-80 [1].

³ Максимальная длительно допустимая температура провода АКТ 400/65.

Таблица 1

ственной проводам со стальным сердечником. Таким образом, применение композитного сердечника позволяет существенно понизить температурный коэффициент линейного удлинения всего прово-

да (по сравнению с проводом АС). Использование профилированных проволок в компактированных проводах с композитным сердечником существенно увеличивает величину коэффициента заполнения

(не менее 0,95). Последнее позволяет уменьшить диаметр провода по сравнению с проводом АС, тем самым снизив гололедные и ветровые нагрузки на провод. Кроме того, использование алюминиевого

сплава с добавлением циркония (TAL, ZTAL) значительно продлевает возможный период работы провода при температурах, превышающих 90 °С, что является верхним пределом сталеалюминиевых проводов. Сравнительные характеристики обсуждаемых проводов представлены в таблице 1.

ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ В НЕИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДАХ ВЛ

Провода нового поколения позволяют существенно увеличить пропускную способность ВЛ за счет повышения токовой нагрузки. Однако это приводит к увеличению тепловых потерь передаваемой энергии, которые, как известно, пропорциональны квадрату тока, что, в свою очередь, ведет к возрастанию погонного сопротивления из-за повышенной температуры проводов. Обсудим кратко основные механизмы тепловых потерь в проводах ВЛ. Основная часть этих потерь состоит из:

- омических потерь, определяемых сопротивлением провода и токовой нагрузкой;
- потерь на перемагничивание стального сердечника;
- потерь на корону (коронный разряд), которые зависят от напряженности электрического поля на поверхности провода.

ПОТЕРИ НА НАГРЕВ ТОКОМ НАГРУЗКИ. УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ НЕИЗОЛИРОВАННОГО ПРОВОДА

Как известно, площадь поперечного сечения алюминиевой токопро-

водящей части провода является основным параметром, определяющим удельное электрическое сопротивление провода. ГОСТ 839-80 нормирует сопротивление постоянному току проводов при 20 °С.

Удельное сопротивление провода переменному току не нормируется и существенно зависит от параметров скрутки повивов, при этом проводимость стального сердечника не учитывается. Тем самым, электрическое сопротивление всего провода определяется только сопротивлением алюминиевой части провода.

Основным фактором, определяющим дополнительные потери энергии в проводе, является продольный магнитный поток в стальном сердечнике. Эти потери в первую очередь связаны с энергетическими тратами на перемагничивание стального сердечника, неравномерное распределение тока по отдельным повивам из-за скин-эффекта также вносит свой вклад. При четном числе алюминиевых повивов результирующий продольный магнитный поток оказывается ничтожно мал и не влияет особенно на сопротивление провода. Это объясняется тем, что вследствие противоположного направления скрутки смежных повивов в проводах, выполненных по ГОСТ 839-80, магнитодвижущие силы, действующие в сердечнике и создаваемые током нагрузки, частично взаимно компенсируются.

В проводах с одним или тремя повивами проволок стальной сердечник намагничивается большим магнитным потоком, и тепловые потери составляют 20–50% (для проводов с одним токоведущим алюминиевым повивом), а для проводов с тремя токоведущими повивами – 3–15% соответственно (по сравнению с двухповивным проводом того же сечения).

ИНФОРМАЦИЯ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Строительство ВЛ 500 кВ Зейская ГЭС–«Амурская» сопряжено с определенными сложностями: на своем пути воздушная линия пересекает федеральную трассу М-58 «Амур», железную дорогу Москва–Хабаровск, а также реки Уркан и Зея.

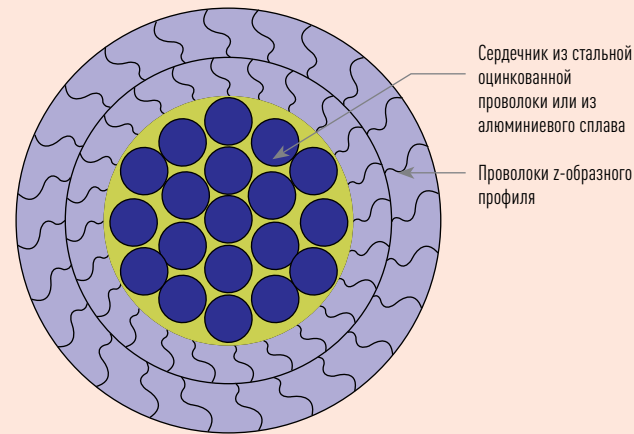
Линия спецперехода над рекой Зеей – 2,225 тыс. м. Энергостроители завершили монтаж двух русловых опор высотой 96 м. На высоте 30-этажного дома теперь необходимо смонтировать шесть проводов (по два провода в одной фазе) и два оптико-волоконных кабеля, которые также выполняют функцию грозозащитных тросов, общей массой 50 т.

При монтаже будет использован провод нового поколения, со стальным сердечником и трапецевидной формы. Он снижает возможность обледенения и более устойчив к ветрам.

Источник:
<http://industek.ru>

КОНСТРУКЦИИ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ПРОВОД АААСZ



ПРОВОД АССС

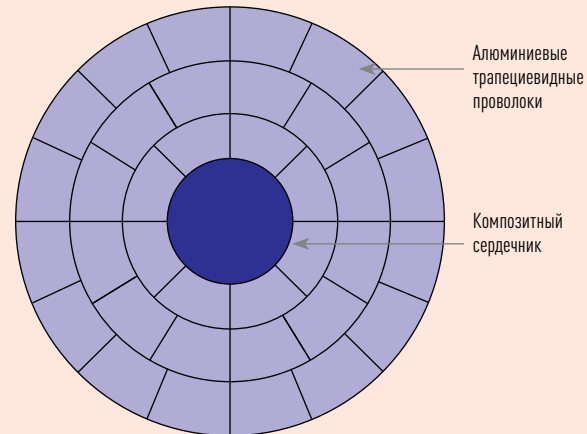


Рис. 2

Изготовление проводов с нечетным числом повивов токопроводящей части обусловлено необходимостью использования проволок с определенными параметрами. При диаметре алюминиевой проволоки свыше 5 мм у таких проводов снижается удельная прочность и гибкость, но при диаметре менее 1,5 мм усложняется технология изготовления алюминиевой проволоки и провода в целом.

ПОТЕРИ НА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ СТАЛЬНОГО СЕРДЕЧНИКА

Потери на перемагничивание стального сердечника провода марки АС состоят из потерь на гистерезис и на вихревые токи. Эти потери электрической энергии являются необратимыми, так как они выделяются в сердечнике провода в виде тепла.

Потери на гистерезис. Когда по проводу идет ток нагрузки, стальной сердечник циклически перемагничивается (т. е. в течение

первой половины периода синусоидального тока магнитный поток направлен в одну сторону, а в течение другой половины периода – в противоположную). Энергетические траты, связанные с намагничиванием и размагничиванием, не совпадают. В этом и состоит суть явления гистерезиса. Различие этих трат выделяется в виде тепла. Эти потери (за один цикл перемагничивания), отнесенные к единице объема вещества, определяются площадью статической петли гистерезиса.

Потери на вихревые токи. Меняющийся магнитный поток, пронизывающий стальной сердечник провода, порождает ЭДС индукции, локализирующуюся в сердечнике. Так как стальной сердечник относится к ферромагнетикам, то под действием ЭДС индукции в сердечнике провода возникают дополнительные электрические токи (вихревые токи Фуко), протекающие по замкнутым контурам, расположенным в плоскостях,

перпендикулярных направлению магнитного потока. При этом происходит вытеснение основного магнитного потока наружу (так называемый скин-эффект). Это явление выражено тем более, чем больше сечение, магнитная проницаемость и удельная проводимость материала сердечника. Вихревые токи нагревают стальной сердечник. Это приводит к дополнительным потерям энергии (выделяющимся в виде тепла) в сталеалюминиевых проводах.

Потери энергии из-за перемагничивания сердечника в первую очередь определяются сопротивлением провода переменному току. Чем больше сопротивление, тем больше потери, и наоборот. Снизить сопротивление сталеалюминиевых проводов с нечетным числом повивов можно за счет компенсации продольного магнитного потока в сердечнике, изменив конструкцию токопроводящей части провода. Например, уменьшив разницу между суммарными поперечными сечениями разнонаправ-

НАЧАЛЬНАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ (E_0) НА ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОДОВ, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ПОЯВЛЕНИЮ ОБЩЕЙ КОРОНЫ В УСЛОВИЯХ ХОРОШЕЙ ПОГОДЫ

Марка провода	Коэффициент негладкости провода, m	Радиус провода, r_0 , см	Начальная напряженность электрического поля E_0 , кВ/см
АС 400/64	0,82	1,385	31,73
АКТ 400/65	0,95	1,235	37,30

Таблица 2

ленных алюминиевых повивов, применяя в них проволоки различных диаметров. В трехповивных проводах наилучший эффект достигается при относительном увеличении диаметра проволок второго повива и уменьшении диаметра проволок первого (внутреннего) повива. Компенсация магнитного потока в стальном сердечнике путем снижения относительной доли тока в первом повиве приводит к уменьшению сопротивления всего провода марки АС.

Другим эффективным средством снижения сопротивления провода переменному току (и, как следствие, потерь на перемагничивание сердечника) является использование сердечника из немагнитного материала. В этом случае независимо от числа токопроводящих повивов алюминия и параметров скрутки (шаг скрутки, кратность шага скрутки, угол скрутки) потерями энергии в проводе из-за перемагничивания сердечника можно пренебречь. Поэтому при изготовлении провода с немагнитным композитным сердечником можно в случае необходимости использовать нечетное число токопроводящих повивов. Наибольший эффект достигается на проводах с композитным сердечником и с одним токопроводящим повивом алюминия. При этом их активное сопротивление на промышленной частоте снижается

на 20–50% (по сравнению с одноповивным проводом со стальным сердечником). По своим характеристикам провода с композитным сердечником приближаются к полым проводам.

ПОТЕРИ НА КОРОНУ

Так называемая корона, или коронный разряд, на проводах ВЛ возникает при высокой напряженности электрического поля на поверхности провода. Это явление сопровождается характерным потрескиванием и видимым свечением.

Механизм возникновения короны связан с ионизацией воздуха вблизи коронирующего провода. Это приводит к потерям активной мощности, которые существенно зависят от погодных условий и напряжения ВЛ. Превышение максимальной напряженности электрического поля на поверхности фазного провода (E_{max}) над начальной напряженностью возникновения короны (E_0) является основным условием возникновения короны. $E_{max} > E_0$. Начальная напряженность электрического поля (E_0) на поверхности проводов определяется эмпирическим выражением [3]:

$$E_0 = 24,5m\delta\left(1 + \frac{0,613}{(r_0\delta)^{0,4}}\right), \text{ кВ/см,}$$

где m – коэффициент негладкости провода;

δ – относительная плотность воздуха;

r_0 – радиус составляющих расщепленного провода или радиус одиночного провода, см.

Коэффициент негладкости сталеалюминиевых проводов типа АС считается равным 0,82 [3], а для компактированных проводов нового поколения $m = 0,95$ вследствие их более гладкой поверхности. Среднегодовая относительная плотность воздуха обычно принимается равной $\delta = 1,03$ [3]. В таблице приведены результаты расчета E_0 для рассматриваемых типов проводов.

Как видно из таблицы, применение компактированных проводов с гладкой поверхностью АКТ 400/65 приводит к снижению потерь на корону, так как начальная напряженность электрического поля, при которой возникает коронный разряд (E_0), у таких проводов на 17,5% выше, чем у сталеалюминиевого провода АС 400/64.

В таблице 3 приведено сопоставление основных параметров провода АКТ 400/65 и провода АС 400/64 по ГОСТ 839–80.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОВОДОВ АКТ 400/65 И АС 400/64

Характеристика провода	АС 400/64 значение	АКТ 400/65 значение	Результат сопоставления основных характеристик, % ⁴
Сечение токопроводящей части, мм ²	390	390,4	+0,1%
Диаметр провода, мм	27,7	24,7	-10,8%
Механическая прочность на разрыв, Н	129 183	170 233	+31,8%
Масса 1 км провода, кг	1572	1204	-23,4%
Предельная токовая нагрузка при допустимой температуре, А:			
70 °С ⁵	860	1090	+26,7%
90 °С ⁶	1053	1310	+24,4%
150 °С ⁷	–	1802	+71,1% ⁸
Длина пролета при одинаковой стреле провеса провода, м	350	435	+11,5%
Кол-во опор на 5 км ВЛ	16	13	-18,7%
Удельные потери электроэнергии (без учета потерь на корону) при одинаковой токовой нагрузке (390 А), МВт/км в год	1022	988	-4,1%
Температурный коэффициент линейного удлинения сердечника, 10 ⁻⁶ °С ⁻¹	12	1,95	-83,7%
Температурный коэффициент линейного удлинения провода, 10 ⁻⁶ °С ⁻¹	19,2	17,2	-10,4%
Стрела провеса провода при температуре воздуха -5 °С в III районе по ветру и гололеду в пролете, м:			
350	8,92	5,74	
400	11,72	7,51	-35,9%
450	14,84	9,50	
Потери на перемагничивание при экономической плотности тока, % от основных тепловых потерь	5,1	отсутствуют	–
Начальная напряженность электрического поля на поверхности проводов, соответствующая появлению общей короны в условиях хорошей погоды, E ₀ , кВ/см	31,73	37,3	+17,6%

⁴ Процент увеличения/уменьшения значений параметров по отношению к сталеалюминиевому проводу АС 400/64 по ГОСТ 839-80.

⁵ При температуре воздуха 25 °С и скорости ветра 1 м/с согласно ПУЭ [2].

⁶ Длительно допустимая температура провода по ГОСТ 839-80 [1].

⁷ Максимальная длительно допустимая температура провода АКТ 400/65.

⁸ По отношению к предельной токовой нагрузке АС 400/64 при 90 °С.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД НАТЯЖЕНИЯ / ПРОВОД С ЗАБОРОМ

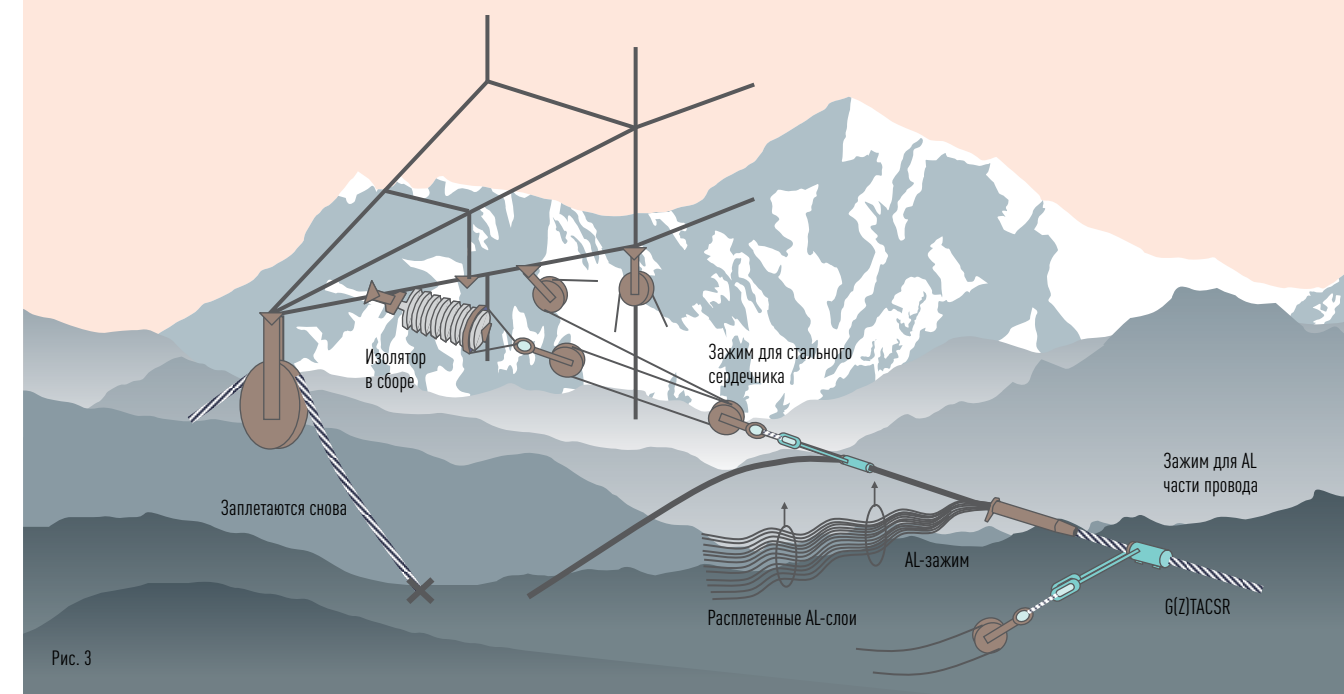


Рис. 3

ВЫВОДЫ

Преимущества проводов нового поколения по сравнению со сталеалюминиевыми проводами традиционной конструкции:

- уменьшение внешнего диаметра провода на ~5–15%;
- снижение массы провода на ~10–20%;
- повышение разрывной прочности на ~25–40%;
- снижение температурного коэффициента линейного удлинения на ~15–20%.

Применение проводов нового поколения на ВЛ, несмотря на их более высокую стоимость, в ряде случаев может быть экономически целесообразным, так как эти провода имеют очень высокие эксплуатационные и технические показатели по сравнению со сталеалюминиевыми

проводами по ГОСТ 839–80, которые позволят обеспечить надежное энергоснабжение потребителей. Наиболее перспективно применение проводов нового поколения при создании, реконструкции и техпереворужении ответственных участков ВЛ, таких как большие переходы через водные преграды, ущелья; участки ВЛ, проходящие в труднодоступных районах, и участки ВЛ с резким изменением профиля трассы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 839–80. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия
2. Правила устройства электроустановок. – 6, 7-е издания.
3. 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. – 1975.

ИНФОРМАЦИЯ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПРОВОДОВ МАРКИ АССС

Одним из проектов установки композитных проводов стала ВЛ протяженностью 60 км в провинции Фуцзянь, Китай. В случае применения обычного провода для реконструкции линии (с увеличением сечения провода) потребовалось бы заменить 150 опор, чтобы удерживать возросший вес. Использование АССС-кабеля позволило избежать замены всех опор, кроме семи штук, снижая материальные затраты и уменьшая полную стоимость проекта.