

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ПРАКТИКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЛ ЗА РУБЕЖОМ

Щеглов Н.В.

Рассматриваются новые конструкции опор, проводов и линейных изоляторов, применяемых при строительстве ВЛ в зарубежной электроэнергетике.

Новые типы проводов.

На воздушных линиях электропередачи (ВЛ) применяют провода, обладающие меньшим провесом и вдвое меньшей нагрузочной способностью, чем обычные провода АСРС. Провод АСРС применяется уже около 80 лет, имеет алюминиевые жилы трапециидальной формы и стальной сердечник, допустимая рабочая температура 100⁰С. Применение новых типов проводов позволяет повысить рабочий ток, увеличить максимальную температуру провода до 240⁰С и при этом уменьшается провес провода на пролёте. Заблаговременное снижение провеса на 2,0 и 2,9 м позволяет значительно повысить тепловую нагрузку линии.

По сравнению с проводами АСРС со стальным сердечником новые провода более устойчивы к коррозии.

В Великобритании активно внедряются новые марки проводов, позволяющие повышать пропускную способность ВЛ:

- АААС – цельноалюминиевый провод, который легче и прочнее провода АСРС, имеет жилы из сплава Al-Mg-Si и высокий температурный коэффициент расширения T_k ;
- АСРС имеет жилы из упрочнённого алюминиевого сплава, вариант ААСРС – ещё и стальной сердечник, а ААСРС/TW – трапециидальные жилы;
- ААС обладает слабыми механическими характеристиками, так как жилы выполнены из обычного алюминия.

В Японии и других азиатских странах применяются следующие марки проводов: ТАИ, ZТАИ и ХТАИ имеют жилы из алюминий-циркониевых сплавов, допускающих рабочую температуру провода до 230⁰С; ТАСРС представляет собой разновидность провода ТАИ со стальным сердечником; ТАСРС – это также разновидность провода ТАИ с алюминиевыми жилами, который усилен инваром и имеет небольшой провес, допустимая рабочая температура 150⁰С, прочность меньше, чем у стали, низкая стойкость к гололёду.

Провод типа ZТАСРС – вариант предыдущего провода, его рабочая температура до 210⁰С, а ХТАСРС – до 230⁰С.

Провод типа GZТАСРС имеет жилы из алюминиевого сплава с зазором вокруг стального сердечника. Этот провод обладает меньшим провесом и вдвое большей нагрузочной способностью, чем обычные провода АСРС. Проводящая часть представляет собой два слоя трапециидальных сегментов из высокотемпературного алюминиевого сплава ZТАЛ, несущая центральная часть – проволоку из особо прочной стали с гальваническим покрытием. Допустимая температура провода - 200⁰С.

Замена этим проводом провода типа АААС позволила повысить нагрузку на 30% при том же провесе провода. Недостаток провода – на монтаже требуется времени на четверть больше.

Провод типа ACSS (SSAC) – редкий тип провода, жилы выполнены из отожженного алюминия в стальной оболочке. Допустимая рабочая температура – от 200 до 250⁰С. Вариант ACSS/TW имеет трапециидальные жилы.

Для обоих проводов необходимы специальные условия транспортировки, а так же особые технологии подвески на опоры и термостойкость крепежа;

Провод типа ACFR – с алюминиевыми жилами и полимерный сердечник, упрочненный углеродными волокнами, допустимая рабочая температура 150⁰С, он на треть легче ACSR и позволяет выдерживать на 50% большую нагрузку. Провод имеет самый незначительный провес при токовой нагрузке. Сердечник типа CFCC выполнен из углеродных волокон, связанных эпоксидной смолой, коэффициент T_K в 11,5 раз меньше, чем для стали, масса – в 1,5 меньше, чем у провода ACSR.

Сравнительные характеристики сердечника CFCC со стальным аналогом, равным по диаметру, при одинаковой термостойкости, для провода сечением 160 мм² приведены в табл.1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики сердечника CFCC со стальным аналогом

Тип сердечника	Удельная масса, кг/мм	Модуль упругости E , Н/мм ²	Температурный коэффициент расширения T_K , 1/ ⁰ С	Нагрузка на растяжение, кН
CFCC	61,0	137,0	$1,0 \cdot 10^{-6}$	44,0
Сталь	291,3	206,0	$11,5 \cdot 10^{-6}$	57,0

В США применяют новые марки проводов следующих типов:

- ACCR – провод имеет алюминиевые жилы и композитный сердечник, малый провес, верхний слой выполнен из алюминия высокой проводимости, допустимая температура – до 230⁰С, возможности нагрузки по сравнению с проводом ACSR – на 50-200% больше, ACCC с алюминиевыми жилами и сердечником, упрочненным стекловолокном, повышенная нагрузка по сравнению с проводом ACSR - на 40-100%;

- CRAC аналогичен по конструкции проводу ACCC.

В табл.2 приведены для сравнения характеристики проводов разного типа, а на рис.1-7 конструкции выше рассмотренных типов проводов.

Таблица 2

Сравнительные характеристики проводов разного типа при одинаковом сечении (160 мм²) и диаметре (18,2 мм)

Тип провода	Рабочая температура, ⁰ С		Удельная масса, кг/км	Нагрузка на растяжение, кН	Провес в пролёте 300 м при двух температурах, м	
	длительно	кратковременно			90 ⁰ С	150 ⁰ С
ACFR	90	120	502,5	68,9	9,3	-
AXSR	90	120	732,8	68,4	11,3	-
TACFR	150	180	502,5	68,9	-	9,4
TACSR	150	180	732,8	68,4	-	12,3

Новые материалы в конструкции опор.

В США изготавливаются стеклополимерные опоры типа SE 28, устойчивые к внешним воздействиям. Выпускаются опоры FRP (fiber – reinforced polymer), масса которых втрое меньше, чем у деревянных, вдвое меньше, чем у стальных, и в десять раз меньше, чем железобетонных.



Рис.1 Провод типа AAC - жилы выполнены из обычного алюминия



Рис.2 Провод типа ACCC/TW - стальной сердечник, жилы из упрочнённого алюминиевого сплава

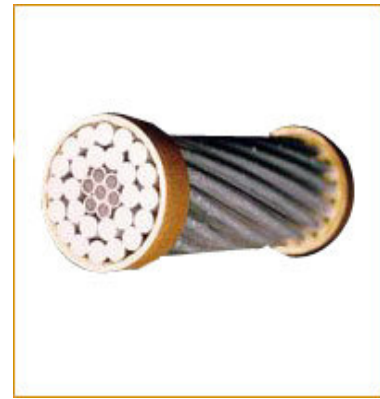


Рис.3 Провод типа 1 AACSR - стальной сердечник, жилы из упрочненного алюминиевого сплава



Рис.4 Провод типа ACCR - композитный сердечник, алюминиевые жилы, верхний слой из алюминия высокой проводимости



Рис.5 Провод типа ASCR - стальной сердечник, алюминиевые трапециодальные жилы



Рис.6 Провод типа ACFR - полимерный сердечник, упрочнённый углеродными волокнами, жилы алюминиевые



Рис.7 Провод типа GTASCR - с зазором, заполненным термостойкой смазкой со стальным сердечником, алюминиевые жилы трапециидального сечения

Разработана конструкция опоры с заполнением стальной трубы твёрдым композитом. Такая опора в 2,5 раза прочнее обычной стальной тонкостенной трубы. Особо прочные опоры используются при сооружении ВЛ с узким коридором и большой высотой подвески проводов. При этом уменьшается не только коридор, но и улучшается общий вид линии электропередачи.

Новые типы изоляторов.

Основной тенденцией в области изоляторов остаётся всё более широкое применение полимерных материалов. Наиболее надёжной технологией производства является изготовление изоляторов на основе стеклопластиковых стержней с изоляционным покрытием из силиконовой резины, изготовленным в пресс-форме, единой для изолятора в целом. Такая технология обеспечивает существенно более высокую надёжность герметизации стержня по сравнению с так называемой «шашлычной» технологией.

В Китае на базе широких испытаний и исследований разработаны подвесные полимерные изоляторы, которые будут использоваться на ВЛ 1000 кВ переменного и ± 800 кВ постоянного тока. Изоляторы выполнены по модернизированной «шашлычной» технологии. По этой технологии сначала стеклопластиковый стержень методом экструзии покрывается силиконовой резиной, а затем на него устанавливаются силиконовые рёбра, что придаёт изоляторам необходимые изоляционные свойства.

В большинстве развитых стран, обеспеченных фарфоровыми и стеклянными изоляторами высокого качества, в том числе практически на всём Европейском континенте, полимерные изоляторы напряжением 110 кВ и выше практически не применяются. Наиболее активно они используются в США, Китае, Канаде и ЮАР.

В США, ЮАР, Китае и Бразилии разработаны гибридные изоляторы, представляющие собой комбинированную конструкцию из фарфорового стержня и наружной оболочки из кремнийорганического полимера. Обладая преимуществами фарфоровых и полимерных изоляторов, гибридные изоляторы в то же время в значительной степени лишены основных недостатков как тех, так и других.

В Германии и Японии с использованием нанотехнологий получили сверхпрочный фарфор, стержневые изоляторы изготовленные из этого фарфора обладают более высокой механической прочностью, чем полимерные.

Широкой популярностью в Англии и Италии пользуются стеклянные изоляторы российского производства, изготовленные на Южноуральском арматурно-изоляционном заводе. Который в настоящее время осваивает производство стеклянных аэродинамических изоляторов.

Благодаря широкой, хорошо обдуваемой поверхности (диаметр «тарелки» составляет 380 мм) они могут применяться в пустынных и приморских районах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексеев Б.А. Новое в энергетике: воздушные линии электропередачи // Энергетика за рубежом. 2006. №3.
- [2] Подпоркин Г. Изоляторы, разрядники и вводы // Новости электротехники. 2207. №4 (46).
- [3] По материалам компаний // Новости электротехники. 2007. №5 (47).