

В ПРОРЫВ ВМЕСТЕ С НАУКОЙ

На правах рекламы



6 декабря 2016 года в Москве в рамках международной специализированной выставки «Электрические сети России — 2016» прошла научно-практическая конференция «Особенности эксплуатации и проектирования ВЛ 35-750 кВ

с использованием высокопрочных и высокотемпературных проводов и грозотросов, включая ОКГТ». Мероприятие было организовано ООО «Энергосервис» совместно с Подкомитетом В2 РНК СИГРЕ (ПАО «ФСК ЕЭС») и при содействии ПАО «Россети».

Научно-практическая конференция «Особенности эксплуатации и проектирования ВЛ 35-750 кВ с использованием высокопрочных и высокотемпературных проводов и грозотросов, включая ОКГТ» стала одним из наиболее значимых мероприятий ежегодной выставки «Электрические сети России» и собрала всю техническую элиту отрасли. В конференции приняли

участие представители научно-исследовательских учреждений и организаций — разработчиков нового поколения основных элементов конструкции высоковольтных воздушных линий, специалисты фирм-производителей оборудования для ВЛ, руководители предприятий по эксплуатации и сервисному обслуживанию ВЛ — всего более 70 человек. Высокий интерес

к конференции еще раз продемонстрировал серьезную актуальность данной темы как для проектировщиков, так и для эксплуатирующих организаций.

В настоящее время во всем мире ведется поиск новых решений для повышения надежности и пропускной способности ВЛ, увеличения срока их эксплуатации и сокращения времени на устранение неполадок и производство текущего ремонта. Данное направление — одно из важнейших в работе инжиниринговой компании ООО «Энергосервис».

В частности, компанией был разработан и запатентован новый класс сталеалюминиевых неизолированных проводов типа АСВП и АСВТ с пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями.

В высокотемпературном исполнении изделия изготавливаются на основе циркониевых сплавов, в них применяются новая технология уплотнения, а также инновационная конструкция сердечника и провода в целом, что позволяет добиваться необходимой температурной устойчивости (рабочая температура таких проводов составляет 150°C, а максимальная температура — 210°C). Меньший диаметр и конструкция

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ 22,4 ММ

Марка провода	Диаметр, мм	Допустимый ток, А	Масса, кг/км	Разрывное усилие, кг
АС 240/56	22,4	610 (100%)	1106 (100%)	98 253 (100%)
АЕРО-Z 346-2Z	22,4	852 (140%)	958 (87%)	111 320 (113%)
АСВП 277/79	22,4	861 (141%)	1399 (127%)	163 940 (167%)
АСВП 258/73	21,6	813 (133%)	1297 (117%)	151 553 (154%)
АСВТ 277/79	22,4	1199 (197%)	1399 (127%)	163 940 (167%)

Значения величин для провода марки АС приняты за 100 %

Таблица 1

проводов АСВП/АСВТ по сравнению с АС той же прочности позволяет снизить нагрузки на опоры за счет снижения аэродинамического и гололедного воздействия. Более высокая прочность позволяет уменьшить стрелы провеса. Провода позволяют повысить пропускную способность ВЛ до двух раз. Важно отметить и тот факт, что изделие полностью производится в России из отечественного сырья.

На конференции состоялась презентация результатов исследования коронного разряда пластически деформированных проводов АСВП/АСВТ и сравнительных испытаний по эксплуатационной выдержке проводников, произведенных по той же технологии. Исследование проводилось по заказу ПАО «ФСК ЕЭС» в АО «НТЦ ФСК ЕЭС».

С докладом, посвященным данному вопросу, а также обзору проектных решений с использованием упомянутых продуктов, выступил доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника» филиала МЭИ к.т.н. В.Н. Курьянов. В ходе выступления докладчик подчеркнул, что проведенные испытания подтвердили не только соответствие заявленных механических

и электрических свойств пластически обжатых проводов типа АСВП и АСВТ требованиям СТО 71915393-ТУ 120-2012, но и выявили ряд их важных особенностей:

- экспериментально доказанное снижение эксплуатационной выдержки в 4-5 раз относительно стандартных конструкций, вне зависимости от материала (сталь, алюминий или медь);
- напряжение возникновения коронного разряда на проводе АСВП выше напряжения возникновения коронного разряда на проводе марки АС при одинаковом диаметре, при этом длительно допустимый ток АСВП выше;
- более высокая пропускная способность новых проводов (особенно у высокотемпературного исполнения);
- параметры разрывной прочности провода в системе «провод — арматура» практически в два раза превышают аналогичные параметры АС.

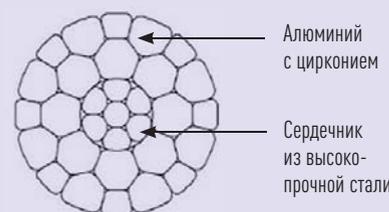
Участники конференции, выступившие в прениях по докладу-презентации, отметили, что традиционный провод АС хорошо себя зарекомендовал, хотя у него есть ряд

недостатков, таких как сравнительно большой диаметр, негладкая поверхность и относительно тяжелый сердечник. Было высказано мнение, что новый провод, предлагаемый ООО «Энергосервис», решает проблему увеличения длины пролета, но, очевидно, требует дополнительных расходов на повышение механической прочности опор. Однако, как показывает ряд проектов, провода АСВП/АСВТ обеспечивают общее снижение затрат при строительстве за счет снижения количества опор, а также сокращение стоимости жизненного цикла за счет сочетания электромеханических свойств. Стоимость изделий зависит от многих факторов, главным из которых является массовость производства, что в свою очередь подтвердил в своем выступлении представитель компании «Русал» Ю.С. Лядов.

Конференцию продолжило выступление к.т.н. А.К. Власова, в котором был представлен обзор серии исследований пластически деформированных проводов, проведенных Волгоградским государственным техническим университетом, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования. Полученные данные свидетельствуют о следующем:

- технология пластической деформации обеспечивает увеличение коэффициента заполнения до 92-97%, что приводит к значительному увеличению прочности и площади сечения;
- создание контакта высокого уровня при пластической деформации обеспечивает снижение электромагнитных потерь внутри проводника;
- закрытая конструкция обеспечивает дополнительную защиту внутренних слоев стали (у провода-сердечника) от коррозии;
- использование проводов обтекаемой формы снижает ветровую нагрузку в среднем на 30%.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОДА АСВТ (ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ-МЕТИЗ»)



ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Марка: АСВТ сечения: 317/47
- Номинальные диаметры проволок: 4,7; 4,5; 3,15 мм
- Внешний диаметр: от 22,3 мм
- Удельная масса: 1294 кг/км
- Сопротивление: 0,091 Ом/км
- Разрывное усилие: 125,4 кН
- Максимальный ток: 1 416 А (при 150°C)
- Стрела при T = max: 9,3 м

ОСОБЕННОСТИ:

- рабочая температура: 150°C, максимальная температура 210°C;
- высокая коррозионная стойкость;
- снижение потерь энергии;
- низкое аэродинамическое сопротивление;
- полностью произведен в РФ из отечественного сырья.

НЕДОСТАТКИ:

- недостаточный опыт проектирования и внедрения.

Следующим спикером конференции стал главный эксперт департамента инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» А.В. Звягинцев, в докладе которого была поднята проблема приведения нормативов ПУЭ-7 в соответствие с мировой практикой установки и производственной эксплуатации мачтовых опор усовершенствованных конструкций (дизайна), а также рассказано о ходе выполнения НИОКР «Разработка унифицированных стальных решетчатых опор ВЛ 220–500 кВ и железобетонных фундаментов опор ВЛ 220–500 кВ по ПУЭ-7». По мнению участников конференции, выступивших в прениях по докладу, при выборе материала и дизайна мачтовых опор по-прежнему актуальны расчеты усталости и выносливости применяемых сортов стали и неметаллических материалов.

Доклады заместителя вице-президента по маркетингу ООО ПО «Форэнерго» В.И. Мишина и начальника группы разработки отдела линейной арматуры ЗАО «НТЦ «Электросети» С.В. Бобелло были посвящены особенностям применения прессуемой и спиральной арматуры с новыми типами пластически деформированных проводов, грозозащитных тросов и ОКГТ. Основной особенностью арматуры такого типа является то, что в ее состав входят элементы, которые контактируют непосредственно и с алюминиевой, и со стальной частями провода, перераспределяя нагрузку на все элементы провода. Обладая достаточно высокой гибкостью, спиральные элементы хорошо сочетаются с проводом и после монтажа фактически образуют с ним единое целое, что дополнительно формирует своеобразный защитный слой. В свою очередь несколько циклов комплексных испытаний прессуемой арматуры в комплексе с АСВП и АСВТ показали, что и этот класс зажимов обеспечивает надежность работы системы «провод — арматура».

Изгибная жесткость провода увеличивается, повышается усталостная прочность и в итоге уменьшается износ. Одной из сфер применения указанной конструкции является анкерное крепление проводов на больших переходах, когда необходимая прочность заделки и провода имеет особенное значение.

По мнению С.В. Бобелло, арматура спирального типа вполне пригодна для монтажа пластически деформированных проводов типа АСВП и АСВТ. Для наглядности он продемонстрировал спиральный натяжной зажим из нескольких спиралей, соединенных между собой. На внутреннюю поверхность пряди нанесен абразив. Если необходимо дополнительно защитить провод в зоне крепления, зажим устанавливается на предварительно навиваемый спиральный протектор. Крепление зажима к опоре осуществляется посредством коуша и стандартной сцепной арматуры. Нормативная прочность заделки провода в зажиме составляет не менее 95% от разрывной прочности провода.

Доклады начальника Центра инжиниринга ВЛ ОАО «Фирма ОРГРЭС»

Р.З. Кавериной и старшего научного сотрудника АО «НТЦ ФСК ЕЭС» С.В. Трофимова были посвящены проблеме защиты проводов и грозозащитных тросов от вибрации. Применяемые на линиях электропередачи провода и грозозащитные тросы имеют наружный диаметр от 8 мм до 47 мм, а диапазон опасных частот для них составляет от 4 Гц до 150 Гц.

Разработка гасителей, обеспечивающих эффективное демпфирование колебаний провода в столь широком диапазоне частот при минимальном количестве типоразмеров, по мнению Р.З. Кавериной, представляет большие трудности. Наиболее опасна вибрация проводов при отложении изморози. Изморозь обычно откладывается при очень спокойном воздухе, сохраняя цилиндрическую форму провода, но с существенным увеличением его диаметра. Увеличение диаметра провода происходит без заметного изменения его демпфирования, поэтому ветер той же скорости будет вызывать вибрацию с более низкой частотой. При таких условиях гасители в пределах своего нормального рабочего диапазона не справляются с повышенной вос-

НАТЯЖНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ ЗАЖИМЫ

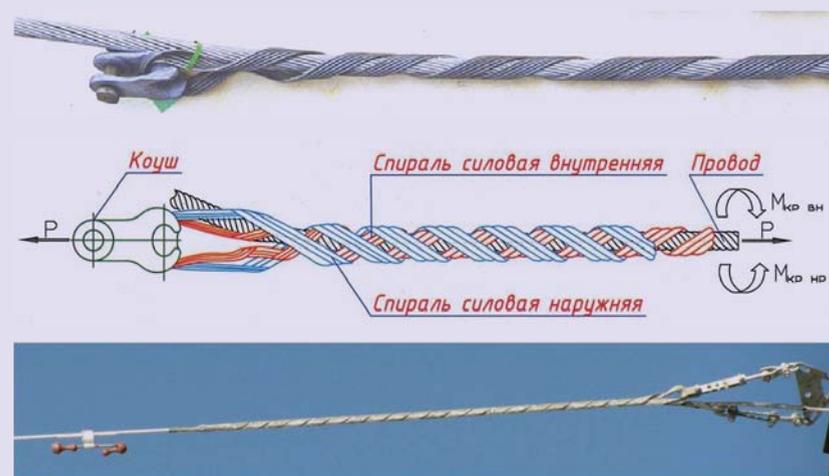


Рис. 2

ОПЫТНЫЙ ПРОЛЕТ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГАСИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НА ПРОВОДЕ



Рис. 3



принимаемой ветровой энергией. Со временем это приводит к усталостному разрушению провода, повреждению арматуры, аварийному отключению ВЛ.

По мнению С.В. Трофимова, гасители вибрации будут гораздо более успешно справляться со своей задачей, если вибрация проводов не будет совпадать с частотой колебаний гасителей, связанной с колебаниями за счет изгиба демпфирующего элемента. Докладчик продемонстрировал устройство, предназначенное для равномерного распределения собственной частоты колебаний гасителей вибрации по всему рабочему диапазону частот. Данное устройство состоит из трех основных элементов:

1. упругого стержня;
2. зажима, предназначенного для крепления упругого стержня параллельно проводу;

3. двух грузов, каждый из которых вытянут вдоль своей продольной оси и закреплен средней частью поперек упругого стержня на одном из его концов.

Применение данного устройства на отечественных ВЛ во многом зависит от результатов его производственной эксплуатации.

По мнению Р.З. Кавериной, необходима разработка схемы защиты и методики расчета параметров проводов, так как их конструкция существенно отличается от обычных АС, и стандартные приемы навески и конструкции виброгасителей могут не подойти.

В докладе заместителя генерального директора ЗАО «Электросетьстройпроект» (Москва) С.В. Колосова были рассмотрены вопросы разработки защитных и функци-

ональных покрытий проводов ВЛ с заданными физико-химическими и эксплуатационными свойствами в целях обеспечения необходимой электро- и теплопроводности, экранирования от электромагнитных воздействий и ультрафиолетового излучения.

В прениях по докладу было высказано пожелание скорейшей разработки провода ВЛ, поверхность которого обладает низкой адгезией по отношению к воде, снегу и льду и тем самым обеспечивает защиту ЛЭП от обледенения и накопления снега. В скандинавских странах уже применяется провод ВЛ, приспособленный для удаления льда со своей поверхности за счет джоулевого тепла. Данный провод покрыт материалом, способным поглощать энергию переменного электрического тока, и покрытие имеет толщину, достаточную для генерирования тепла и плавления льда, причем покрытие находится между электрическим проводником и внешней проводящей оболочкой.

Разработка, доводка и серия дополнительных исследований и испытаний проводов АСВП/АСВТ проводились в соответствии с протоколами рабочих совещаний ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС». Представленные на конференции результаты испытаний, проведенных в ходе более полутора десятков научно-исследовательских работ, полностью сняли все поставленные эксплуатирующими компаниями вопросы.

По общему мнению участников Конференции, в настоящее время необходима активизация работы в области технического регулирования и модернизация целого ряда стандартов и нормативных документов с учетом текущего и перспективного развития электросетевого комплекса.