

РУМ

РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СЕТЕЙ



4 ДИАГНОСТИКА ТОКОПРОВОДОВ
С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

8 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ

24 RUGRIDSELECTRO-2016
ИТОГИ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

29 ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЛ 35- 750 кВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНЫХ
И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОВОДОВ
И ГРОЗОТРОСОВ, ВКЛЮЧАЯ ОКГТ

72 ПРОВОДА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ДЛЯ
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ: НОВОЕ РОЖДЕНИЕ



АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

Итоги научно-практической конференции «Особенности эксплуатации и проектирования ВЛ 35- 750 кВ с использованием высокопрочных и высокотемпературных проводов и грозотросов, включая ОКГТ»

Власов А.К., управляющий директор ООО «Энергосервис»

Конференция прошла в первый день международной специализированной выставки «Электрические сети России - 2016» 6 декабря 2016 года по инициативе инжиниринговой компании ООО «Энергосервис» и организационном участии Службы эксплуатации и диагностики ЛЭП ПАО ФСК МЭС-Центра (руководитель А.В. Елисеенко). Служба эксплуатации является основой Подкомитета В2 РНК СИГРЭ. В работе Конференции приняло участие более 70 человек. Проведение такого профильного мероприятия показало значимый интерес к практике применения новых типов проводов для проектирования. В обсуждении проблемы приняли участие представители:

- научно-исследовательских организаций – разработчики нового поколения основных элементов конструкции высоковольтных воздушных линий (ВЛ);
- фирм-производителей оборудования для ВЛ;
- предприятий по эксплуатации и сервисному обслуживанию ВЛ.

Было заслушано 9 докладов. В прениях по докладам выступили 15 человек.

Компании-разработчики во многих странах мира предлагают новые решения повышения надёжности и пропускной способности ВЛ, увеличения срока их эксплуатации и сокращения времени на устранение неполадок и производство текущего ремонта. Некоторые из этих решений опробованы на практике, другие - находятся в стадии испытаний.

Так инжиниринговая компания ООО «Энергосервис» разработала и запатентовала сталеалюминиевые неизолированные провода типа АСВП и АСВТ одинарной свивки с линейным касанием проволок пластически обжатыми стальной и алюминиевой частями. На Конференции состоялась презентация исследований АО «НТЦ ФСК ЕЭС» коронного

разряда пластически деформированных проводов АСВП/АСВТ и сравнительных эксплуатационных испытаний проводов, выполненных по заданию ПАО «ФСК ЕЭС».

С докладом о результатах сравнительных исследований по эксплуатационной вытяжке и коронному разряду пластически деформированных продуктов, а также с обзором проектных решений с использованием данных продуктов, выступил доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника» филиала МЭИ к.т.н. В.Н. Курьянов. Он подчеркнул, что проведенные испытания подтвердили не только соответствие заявленных механических и электрических свойств проводов типа АСВП и АСВТ требованиями СТО 71915393-ТУ 120-2012, но и ряд важных особенностей:

- снижение эксплуатационной вытяжки в 4-5 раз относительно стандартных конструкций, вне зависимости от материала (сталь, алюминий или медь);
- более высокое напряжение возникновения коронного разряда на проводе АСВП производства ООО «Энергосервис» в сравнении с проводом марки АС того же диаметра при большем значении длительно допустимого тока в проводе типа АСВП;
- более высокая пропускная способность новых проводов (в особенности проводов высокотемпературного исполнения);
- разрывная прочность провода в системе «провод - арматура» практически в два раза превышает аналогичные параметры провода АС.

Участники Конференции, выступившие в прениях по докладу-презентации, отметили, что традиционный провод АС хорошо себя зарекомендовал при эксплуатации ВЛ при наличии ряда недостатков, таких как относительно большой диаметр и высокая плотность сердечника, а также негладкая поверхность провода. Новый провод, предлагаемый ООО «Энергосервис», решает проблему увеличения длины пролёта и оптимизации дополнительных расходов на повышение механической прочности опор. Однако, как следует из анализа проектов ВЛ, применение провода АСВП/АСВТ обеспечивают общее снижение затрат при строительстве в результате снижения количества опор и увели-

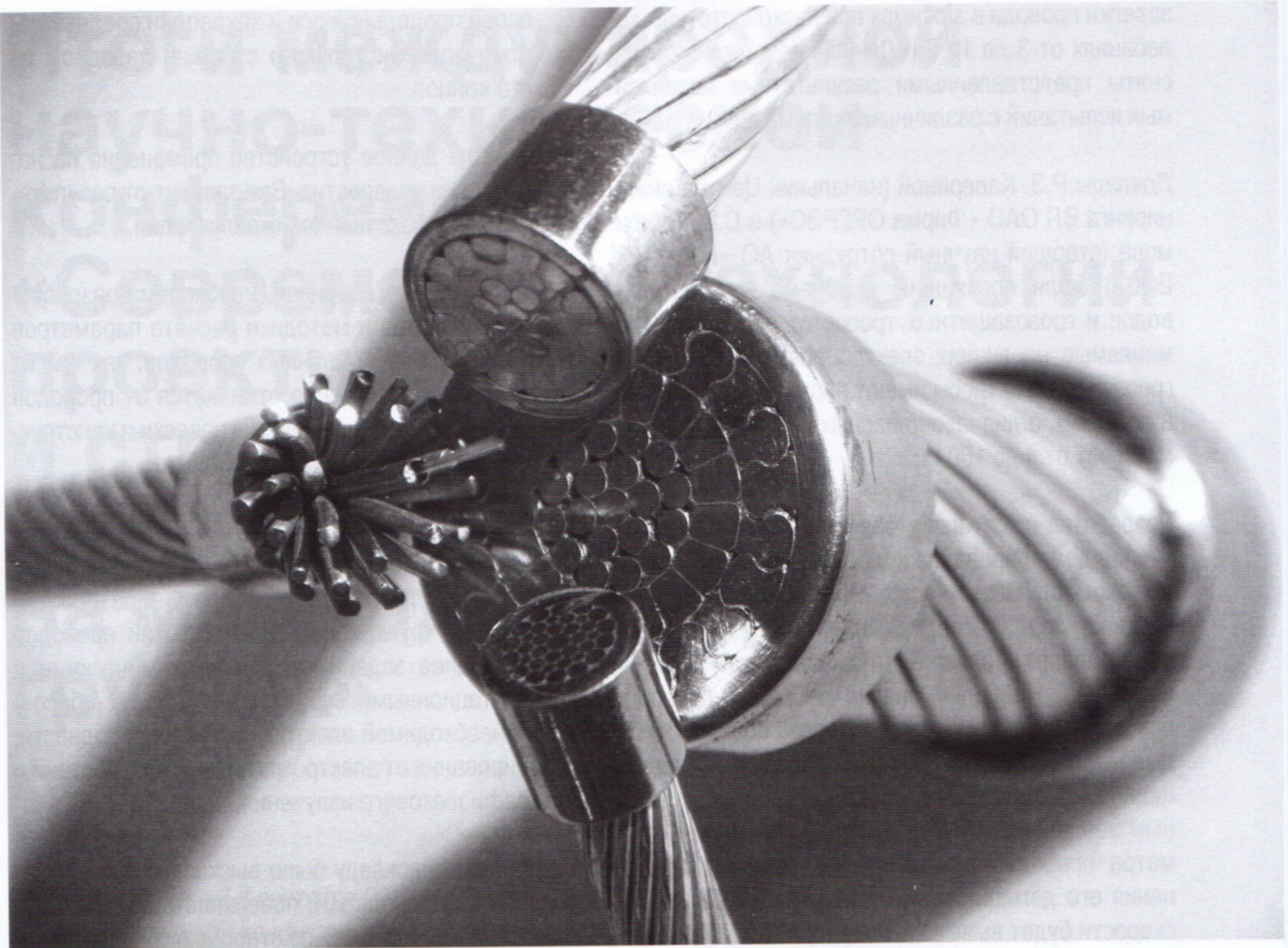
чения продолжительности срока службы новых конструктивных элементов линии.

Для получения необходимой температурной устойчивости в изделиях применены циркониевые сплавы и новая технология уплотнения, а также инновационная конструкция сердечника и провода в целом. Снижение диаметра и применения новой конструкции проводов типа АСВП/АСВТ по сравнению с проводом типа АС той же прочности позволяет снизить нагрузки на опоры за счёт снижения аэродинамического и гололёдного воздействия. Более высокая прочность позволяет уменьшить стрелы провеса. В результате создаются условия для повышения пропускной способности ВЛ до 1,5 раз. Стоимость изделий зависит от многих факторов, решающим из которых является массовость его применения, что было подтверждено в выступлении Ю.С. Лядова, представителя компании «Русал», основного производителя алюминиевых сплавов.

В выступлении к.т.н. А. К. Власова был представлен обзор исследований по оптимизации конструкций и особенностей проводов АСВП/АСВТ, проведённых Волгоградским государственным техническим университетом, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования.

В докладе главного эксперта департамента инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» А.В. Звягинцева рассматривался вопрос о гармонизации нормативов технологического проектирования ВЛ с требованиями ПУЭ-7 и международных стандартов, использовании мирового опыта установки и эксплуатации мачтовых опор усовершенствованных конструкций. До сих пор при строительстве и реконструкции ВЛ в России применяются конструкции опор и фундаментов, разработанные в 1960-1970 годах, не обеспечивающие требуемую надёжность, безопасность и эстетическую привлекательность. По мнению участников Конференции, выступивших в прениях, при выборе материала и дизайна мачтовых опор по-прежнему актуальны расчёты усталости и выносливости применяемых марок стали и неметаллических материалов.

Доклады В.И. Мишина (заместителя вице-президента по маркетингу ООО ПО «Форэнерго») и С.В. Бобелло (начальника группы разработки отдела линейной арматуры ЗАО «НТЦ «Электросети») были посвящены особенностям применения



прессуемой и спиральной арматуры для новых типов пластически деформированных проводов, грозозащитных тросов и ОКГТ. Основная особенность линейной арматуры состоит в том, что элементы арматуры, которые контактируют непосредственно с токопроводящей частью провода (ТПЧ) и его несущей частью (сердечником), обеспечивают перераспределение механических нагрузок на провод в целом. В сочетании с высокой гибкостью спиральные элементы хорошо взаимодействуют с проводом и после монтажа фактически образуют с ним единое целое, что дополнительно формирует своеобразный защитный слой. Проведённые испытания прессуемой арматуры в сборке с АСВП или АСВТ показали, что этот класс зажимов обеспечивает необходимую надёжность работы сборки «провод - арматура». Жёсткость провода на изгиб увеличивается, повышая усталостную прочность и, в итоге, снижая его износ. Одной из сфер применения указанной конструкции является анкерное крепление проводов на больших переходах, когда необходи-

мая прочность заделки и провода имеет особенно важное значение.

Арматура спирального может быть рекомендована, по мнению С.В. Бобелло, для монтаже пластически деформированных проводов АСВП или АСВТ. Для наглядности он продемонстрировал спиральный натяжной зажим из нескольких спиралей, соединённых между собой. На внутреннюю поверхность пряди нанесен абразив. При необходимости дополнительной защиты провода в зоне крепления, на зажим устанавливается 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.

Наибольшее опасение у выступающих в прениях вызывали натяжные зажимы, которые должны удовлетворять требованиям ПУЭ-7 по прочности

заделки провода в зажимах при низкочастотных колебаниях от 3 до 10 Гц. Данные возражения были сняты представленными результатами независимых испытаний с различными типами арматуры.

Доклады Р.З. Кавериной (начальник Центра инжиниринга ВЛ ОАО «Фирма ОРГРЭС») и С.В. Трофимова (старший научный сотрудник АО «НТЦ ФСК ЕЭС») были посвящены проблеме защиты проводов и грозозащитных тросов от вибрации. Применяемые на линиях электропередачи провода и грозозащитные тросы имеют наружный диаметр от 8 до 47 мм, а диапазон опасных частот для них составляет от 4 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, если вообще возможна. 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 воспринимаемой ветровой нагрузкой. 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 их (гасителей) собственной частотой, связанной с колебаниями за счет изгиба демпфирующего элемента. Далее, он 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 для крепления упругого стержня параллельно проводу;
3. двух грузов, каждый из которых вытянут вдоль

своей продольной оси и закреплён средней частью поперек упругого стержня на одном из его концов.

Получит ли данное устройство применение на наших ВЛ, пока неизвестно. Все зависит от результатов его производственной эксплуатации.

По мнению Р.С. Кавериной, необходима разработка схемы защиты и методики расчёта параметров вибрации компактированных проводов, так как их конструкция существенно отличается от проводов типа АС и стандартные приёмы навески и конструкции виброгасителей могут не подойти.

В докладе заместителя генерального директора ЗАО «Электросетьстройпроект» (Москва) С.В. Колосова были рассмотрены вопросы разработки защитных и функциональных покрытий проводов ВЛ с заранее 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 разработки провода ВЛ, поверхность которого обладает низкой адгезией по отношению к воде, снегу и льду, и тем самым обеспечивает защиту проводов от обледенения и накопления снега. В скандинавских странах применяется провод с удалением льда с поверхности за счет джоулевой теплоты. Провод покрыт материалом, способным поглощать энергию переменного поля. Покрытие имеет толщину, достаточную для создания теплоты плавления льда, причем покрытие находится между электрическим проводником и внешней проводящей оболочкой.

Разработка, испытания и дополнительные исследования проводов АСВП/АСВТ, проводились в соответствии с протоколами рабочих совещаний ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС». Представленные на Конференции результаты научных работ и проведенных испытаний полностью снимают все поставленные эксплуатирующими компаниями, вопросы. По общему мнению участников Конференции, также необходима активизация работы в области технического регулирования и модернизация целого ряда стандартов и нормативных документов, с учётом текущего и перспективного развития электросетевого комплекса.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФСК ЕЭС

РУМ

**РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СЕТЕЙ**

Издается с января 1954 года

№ 5(571)
2016