

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЛ ЕНЭС: ПРОВОДА, ТРОСЫ, АРМАТУРА

СЕНЬКИН Н.А., филиал ОАО «ЦИУС ЕЭС» – ЦИУС Северо-Запада, к.т.н.

В каталоге «Аттестация оборудования. Раздел 1. Оборудование, технологии и материалы, допущенные к применению на объектах ОАО «Российские сети» по состоянию на 17.01.2014», приведена информация об аттестованных проводах, стальных тросах и линейной арматуре 14 российских и шести мировых производителей из Испании, Польши, Бельгии, Франции, Германии, США и Японии. По сводным данным ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» о повреждениях основных компонентов ВЛ 110–750 кВ, приведших к технологическим нарушениям в 1997–2007 гг., на долю проводов пришлось 50,4 % случаев, на грозозащитные тросы – 13,8 %, на линейную арматуру – 2,7 %, на изоляторы – 29,7 %, а на опоры – 3,4 % [1, 2]. Почти те же численные значения приведены в исследованиях ОАО «Фирма ОРГРЭС» за 1996–2003 годы [3]: на провода и тросы приходится 40–55 % от общего количества нарушений на ВЛ.

Выполненный авторами статьи [1] анализ указанных нарушений позволил указать причины повреждений, приведенные в таблице 1 (в % от общего их количества). При этом повреждения проводов и грозозащитных тросов (ГЗТ) в большинстве случаев вызваны дугowymi перекрытиями с провода на трос во время гололедно-ветровых воздействий и от ударов молнии. Но бывают случаи, когда в результате воздействия сильного порывистого ветра без гололеда происходили перекрытия на конструкцию опоры из-за длинных шлейфов. Например, в первой декаде января 2005 года произошло 130 отключений на заповярных ВЛ 35-110 кВ в Воркутинском регионе, из них 5 – из-за «земли», а остальные имели массовый межфазный характер.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРОВОДА

Провода – самый главный «носитель электроэнергии» в воздушных линиях электропередачи, другие компоненты ВЛ

лишь обеспечивают для них надлежащие условия надежности и безопасности. Однако, по экономическим причинам самыми надежными в теории и практике отечественного проектирования и строительства принимаются другие компоненты ВЛ: опоры и фундаменты, разрушение которых приводит к наиболее продолжительному и дорогостоящему восстановлению ВЛ [1–5].

При проектировании ВЛ на этапе основных технических решений площадь поперечного сечения провода выбирается из типового ряда по экономической плотности тока, по нагреву и условиям короны согласно требованиям главы 1.3 ПУЭ 7-го изд. Экономическое сечение проводов определяется по приведенному расчетному току, учитывающему изменение токовой нагрузки во времени. Расчеты электрических режимов и устойчивости работы сети в районе сооружения объекта на год его ввода и на перспективу 5 лет и более с учетом динамики изменения электрических нагрузок энер-

Таблица 1. Основные причины повреждений проводов, грозозащитных тросов и линейной арматуры на ВЛ 110–750 кВ [1]

| Компоненты | Основные причины повреждения | | | | | | Сводный результат по компонентам |
|------------|----------------------------------|----------------------|---|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | дефекты проектирования и монтажа | дефекты эксплуатации | гололед с ветром, превышающим расчетные условия | снижение прочности, коррозия, износ | посторонние воздействия | атмосферные перенапряжения | |
| Провода | 12,2 % | 22,8 % | 16,5 % | 11,4 % | 18,0 % | 7,3 % | 50,4 % |
| ГЗТ | 3,4 % | 3,7 % | 17,3 % | 32,9 % | 9,7 % | 23,4 % | 13,8 % |
| Арматура | 38,7 % | 10,6 % | – | 34,6 % | 11,0 % | – | 2,7 % |

горайона: режим зимних максимальных и минимальных нагрузок, режимы летних минимальных и летних максимальных нагрузок. На стандартных примерах [6–8] проиллюстрирован так называемый систематический расчет проводов и тросов в соответствие с п. 2.5 ПУЭ-7.

Положения стандарта ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.55.143-2013 «Методика расчета предельных токовых нагрузок по условиям сохранения механической прочности проводов и допустимых габаритов воздушных линий» применяются при определении допустимой токовой нагрузки на вновь сооружаемых, реконструируемых и действующих ВЛ 110 кВ и выше, относящихся к ЕНЭС, при различных климатических условиях в нормальном и аварийном режимах.

По требованиям п. 8-9 СТО 56947007-29.240.55.016-2014 «Нормы технологического проектирования ВЛ 35-750 кВ» применяться должны только провода, тросы, гасители вибрации, гасители «пляски» и распорки-гасители, изоляторы и арматура, аттестованные ОАО «ФСК ЕЭС».

В соответствие с п. 2.4.5 «Положения ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе (ПТП-2013)», утвержденным Советом директоров 23.10.2013, на строящихся ВЛ 220 кВ и выше следует применять, как правило, стандартные сталеалюминиевые провода (САП), а современные провода с повышенной пропускной способностью (СППС) применять лишь в обоснованных случаях (добавим: по причине их высокой стоимости). Технический срок службы проводов и грозозащитных тросов на ВЛ – не менее 50 лет.

Так, при новом строительстве допускается применять СППС с сердечником из стальных и алюминиевых сплавов, композитных немагнитных материалов, с цилиндрической поверхностью из проволок трапециевидальной или z-образной формы с меньшим коэффициентом аэродинамического сопротивления, повышенной коррозионной стойкостью, большей крутильной жесткостью. А при достаточном технико-экономическом обосновании – провода со встроенным оптическим кабелем. Увеличение пропускной способности существующей ВЛ осуществляется посредством замены САП на СППС, в том числе на высокотемпературные.

При реконструкции ВЛ с целью повышения пропускной способности при сохранении (или снижении) механических нагрузок на опоры и фундаменты, а также при строительстве больших переходов, необходимо применять провода, допускающие нагрев до 240 °С с токопроводящими повивами из термостойких алюминиевых сплавов, с коррозионно-стойким сердечником, а при достаточном технико-экономическом обосновании – провода со встроенным оптическим кабелем (ОКФП).

По п. 2.4.2 ПТП-2013 следует монтаж проводов и тросов «под тяжением» производить без опускания провода на землю, что позволит обеспечить отсутствие на них механических повреждений и загрязнений [9, 10].

Провод с зазором GTACSR/GZTACSR J-Power Systems (Япония) состоит из наружной токонесущей части из термостойкого/сверхтермостойкого алюминиевого сплава (допустимые температуры – 150/210 °С, соответственно, пропускная способность провода возрастает в 1,6/2,0 раза) и несущего сердечника из высокопрочной оцинкованной стали. Зазор между наружной оболочкой и сердечником запол-



Рис. 1. Работы по замене старого провода марки АСО-300 на новый термостойкий провод с зазором GTACSR 217/49 компании «J-Power Systems» на ВЛ 220 кВ «Афипская – Крымская» (68,4 км), выполненные силами ЗАО «Электросетьстройпроект» с использованием оборудования итальянской фирмы «TESMEC» по современной технологии монтажа проводов «под тяжением»



Рис. 2. Устройство натяжного оконцевателя провода GTACSR 217/49 с дополнительной герметизацией зазора между оболочкой и сердечником перед опрессовкой (Краснодарский край, 2009 год)

нен специальной термостойкой смазкой, обеспечивающей из взаимные перемещения при температуре до 240 °С. Например, для провода АС-300 при предельной температуре 80 °С стрела провеса составит 14,3 м и тяжение 1,95 тс, но для его заменяющего GTACSR-287/53SQ при 150 °С – 14,1 м и 1,93 тс, причем пропускная способность возрастает на 60 %, но стоимость его почти в 4 раза выше провода АС [11]. Однако монтаж такого провода усложняется необходимостью устройства прессуемых натяжных узлов в местах подвески провода к опорам и последующим креплением специальных шлейфов, поэтому японская компания (поставщик провода) направила технического советника-консультанта на период монтажа проводов (рис. 1 и 2).

На строящейся ВЛ 220 кВ «Печорская ГРЭС – Ухта – Микунь» в целях повышения пропускной способности и уменьшения стрелы провеса применяются высокотемпературные



Рис. 3. Применение современной линейной арматуры ЗАО «Электросетьстройпроект» на ВЛ 330 кВ «Гатчинская – Лужская» при подвеске проводов АС-300/39 и ОКГТ (OPGW 17A 45Z): внутрифазные дистанционные распорки-гасители 2РД-400В-31 и 2РД-600В-31; натяжная и шлейфовая соединительная спиральная арматура (2011)

и высокопрочные провода фирмы «Lumpi-Berndorf» (Австрия), включающие повивы из термостойкого алюминий-циркониевого сплава и сердечник из стальных проволок, плакированных алюминием: TACSR/ACS-264/62 – на подходе к ПС 220 кВ «Микунь», а на большом переходе ВЛ 220 кВ через Печору (основной пролет – 1315 м) – специальный провод ACS-548-A20SA диаметром 30,47 мм и несущий ГЗТ с оптоволоконным связью ACS-537-2С диаметром 30,52 мм, что должно обеспечить понижение высоты переходных опор (из 140 м – на 40 м!), сократить общий расход стали на конструкции опор и упростить их транспортировку и монтаж. И еще пример: на одной цепи двухцепного захода ВЛ 330 кВ на ПС 330 кВ «Гатчинская» старый провод АС 500/64 был заменен на новый провод марки TACSR-264/62 диаметром 23,45 мм (2,8 км), что позволило оставить на заходе существующие опоры, уменьшив нагрузки до нагрузок провода АС 300/39 (диаметр 24 мм) на второй цепи и при этом сохранив пропускную способность ВЛ 330 кВ. Этой фирмой выпускается инновационный провод с сердечником из спец-прочного сплава «Инвар», стоимость такого провода высока и доходит до 450 % от стоимости классического провода САП, а с сердечником, плакированным алюминием, составляет примерно 270 % [11].

Компания 3М (США) производит провод марки ACCR, включающий повивы из термостойкого алюминий-циркониевого сплава и прочный композитный сердечник из нитей оксида алюминия, армирующих алюминиевые пряди. Здесь его пропускная способность увеличивается в два раза по сравнению с САП, а стоимость – примерно в 10 раз [11, 12].

ГРОЗОЗАЩИТНЫЕ ТРОСЫ

В соответствии с ПТЭП-2013 в качестве грозозащитных тросов следует применять:

- канаты и провода из стальных проволок, оцинкованных по группе ОЖ или плакированных алюминием;
- канаты из низколегированной стали, обладающие высокой молниестойкостью, механической прочностью и коррозионной стойкостью;

- встроенный оптический кабель в грозозащитном тросе (ОКГТ), в том числе с термостойким волокном.

Указанные требования сформулированы в СТО 56947007-29.060.50.015-2008 «Грозозащитные тросы для ВЛ 35–750 кВ. Технические требования (разработчики – ОАО «Фирма ОРГРЭС», ЗАО «Оптэн Лимитед», Каверина Р.С., Алексеев В.В., Богданова О.И.)». В качестве грозозащитного троса должны применяться стальные, сталеалюминиевые проволоки и оптический кабель, встроенный в ГЗТ, типа ОКГТ, механические, теплофизические и электрические параметры которого должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и Типовым техническим требованиям на поставку встроенного оптического кабеля. Срок службы ГЗТ подтверждается технической документацией и расчетами изготовителя и не должен быть менее 40 лет при правильно организованном гашении вибрации. По способу скрутки ГЗТ должен быть нераскручивающимся, для чего проволоки должны быть преформированы, и при обрыве не должны выходить из провива более чем на два шага скрутки. Монтаж ГЗТ на ВЛ должен осуществляться способом раскатки в роликах «под тяжением» или с тележки без волочения по земле с применением специального оборудования [9, 10].

По требованиям СТО56947007-29.060.50.015-2008 «Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35–750 кВ» при строительстве и реконструкции ВЛ принято решение о запрещении применять стальные канаты старой конструкции по ГОСТ 3062...3065 в качестве грозозащитных тросов (ГЗТ) в связи с недостаточной эксплуатационной надежностью и замене их на более прочные и стойкие к воздействию гололеда, вибрации, «пляске», молнии и токов короткого замыкания канаты новой конструкции МЗ-В-ОЖ-Н-Р по СТО71915393-ТУ062-2008.

Большие надежды возлагаются на отечественные производства современных инновационных проводов и грозотросов, по конструкции подобных вышеуказанным, но с тенденцией на последовательное снижение их стоимости (ООО «ЭМ-Кабель» в Саранске, ОАО «Кирскабель» в Кирсе; СП «Сим-Росс-Ламифил» в Угличе).

ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА

В настоящее время на ВЛ широко применяется новая линейная арматура и изоляция отечественного производства: натяжная, соединительная и защитная спиральная арматура, быстромонтируемые натяжные клино-сочлененные зажимы, многочастотные эффективные гасители колебаний проводов и грозозащитных тросов и многофункциональные ограничители гололедообразования и пляски [15–23].

На основании п. 2.4.6 ПТП-2013 следует применять:

- сцепную, поддерживающую, натяжную, защитную и соединительную арматуру, не требующую обслуживания, ремонта и замены в период всего расчетного срока службы ВЛ;
- как правило, спиральную и клиносочлененную арматуру, а при соответствующем обосновании – прессуемую и болтовую;
- многочастотные гасители вибрации;
- на переходных промежуточных опорах больших переходов – поддерживающие роликовые подвесы, допускающие сезонные перемещения провода.

Техническая история развития отечественной линейной арматуры и изоляции едина и непрерывна. Так, еще в 1919 году Центральным электротехническим советом были утверждены первые технические условия на высоковольтные фарфоровые изоляторы, разработанные в лаборатории техники высоких напряжений Петроградского политехнического института профессорами М.А. Шателеном и А.А. Горевым [13]. Сооружение Свирской ГЭС и линии электропередачи на напряжение 220 кВ потребовало подвесных изоляторов с гарантированной механической прочностью 7 тонн. На основе



Рис. 4. Один из пролетов заполярной ВЛ 220 кВ «Газлифт – Северный Возей» (ОАО «АЭК Комизэнерго», 17.02.2006), находящихся в состоянии низкочастотной вибрации-пляски (частота 0,5–4 Гц, амплитуда 2–3 диаметра провода); после ремонта в 2007 году с вытяжкой проводов в 5 пролетах с устранением излишних провисов по сравнению с расчетной стрелой низкочастотная вибрация прекратилась; аварийный грозотрос был снят раньше

проведенных исследований подвесных изоляторов, поставившихся СССР зарубежными фирмами, была разработана отечественная конструкция подвесного изолятора ПГ-22, что позволило уже в годы первой пятилетки с 1927 года отказаться от импорта изоляторов этого класса.

Также и современные поддерживающие зажимы для ВЛ появились в результате длительных отечественных исследований, проведенных еще в первой половине прошлого века

ТЕХНИКА ДЛЯ МОНТАЖА ПОД ТЯЖЕНИЕМ

Группа Tesmec разрабатывает, производит и продает комплексные решения для строительства, обслуживания и эффективности инфраструктур, связанных с транспортировкой и распределением электроэнергии, информационных данных и материалов.

Более чем 60-летний опыт работы и коммерческой деятельности в 135 странах мира, дочерние компании и партнерства во всем мире делают Tesmec лидером на рынке инфраструктур.

Натяжные машины, принадлежности и специальные инструменты Tesmec подходят для воздушных линий электропередачи высокого, «экстра» и «ультра-высокого» напряжения, распределительных линий среднего напряжения, волоконно-оптических линий связи (ОКГТ и ОКСН) на ВЛ и для прокладки подземных кабелей.

В ноябре 2011 года было основано ООО «Тесмек РУС», продвигающее продукцию комплексных решений Tesmec на российском рынке, а также для проведения курсов обучения операторов машин, по наладке и управлению на стойплощадках, обеспечению послепродажного обслуживания и технической помощи в гарантийный и послегарантийный период.

Продукция TESMEC, поставляемая в Россию, прошла аттестацию для применения в электро-сетевом комплексе РФ и соответствует требованиям технической политики ОАО «Россети».



ООО «Тесмек РУС»

107140, г. Москва – Российская Федерация, ул. Верхняя Красносельская, д. 3, стр. 1

Тел.: +7(495) 7873356, +7(495) 5029819, Факс +7(495) 7873357

www.tesmec.com/ru





Рис. 5. Главный специалист Яковлев Л.В. проводит занятие на курсах повышения квалификации в Центре инжиниринга ВЛ ОАО «Фирма ОРГРЭС» в Хотькове Московской области (2005)



Рис. 6. Сварка шлейфов анкерно-угловых опор на переустраиваемых ВЛ 110–330 кВ при строительстве ВЛ 330 кВ Гатчинская – Лужская (2011)

инженерами ВНИИ Электротехники и треста «ОРГРЭС» («Организация и рационализация работы районных электрических станций и сетей»). Как писал в 2004 году руководитель лаборатории ОАО «ВНИИЭ», к.т.н. С.В. Крылов [14]: «Большой задачей явился поиск конструкции зажимов, обеспечивающей достаточную заделку проводов и тросов с наименьшим воздействием на промежуточную опору при их обрыве».

В 1934 году на опытном пролете Ленинградского электрофизического института (ЛЭФИ) были проведены динамические испытания трех типов выпускающих поддерживающих зажимов в режиме обрыва провода фазы, отлитых на заводе им. И.И. Лепсе в Ленинграде. Для испытаний была построена опытная линия электропередачи: анкерванный участок на деревянных опорах из 7 пролетов по 114 м каждый, подвесные гирлянды – из 6 изоляторов отече-

ственного производства типа ПГ-22, провод медный 70 мм². Испытания проводились при моделировании режимов без гололеда, при сильном гололеде, сбросе гололеда и обрыве провода на анкерной опоре, включая режимы с ловителем провода. Наилучшие результаты показали зажимы выпускающего типа разработки ЛЭФИ, с применением которых была построена ВЛ 220 кВ «Свирь – Ленинград». На пленуме Всесоюзной электротехнической ассоциации под председательством профессора Ленинградского политехнического института Н.П. Виноградова была принята резолюция о возможности применения выпускающих зажимов ПОР в гололедных районах, когда это дает сокращение стоимости строительства магистральных ВЛ 110–220 кВ [14].

Результаты сравнительных испытаний прочности заделки проводов в зажимах разных конструкций (ПОР, ПОН, ПГН), проведенных ОРГРЭС в Хотьково в 1960–70 гг., позволила сделать важный вывод о близких характеристиках прочности заделки проводов в конструкциях лодочек с глухим зажатием проводов ПГН и с ограниченной прочностью заделки ПОН в режимах испытаний при статических и динамических нагрузках. Это дает возможность рекомендовать к применению на линиях сверхвысокого и ультравысокого напряжения поддерживающие зажимы типа ПГН с глухой заделкой провода в лодочках [14].

Центр по инжинирингу ВЛ (ЦИВЛ) ОАО «Фирма ОРГРЭС» в 2005 году проводил исследования вибрационных процессов на двух грозозащитных тросах С-70 в условиях эксплуатируемой ВЛ 500 кВ «СарГЭС-Курдюм» и «БАЭС-Ключики». За 30 дней двумя виброанализаторами «PAVICA» на двух ГЗТ были зафиксированы колебания с частотой от 0,1 до 36 Гц и изгибной амплитудой до 0,6 мм. Количество циклов колебаний в диапазоне частот 8–120 Гц составило 1555 без гасителей вибрации и 108 с гасителями вибрации, что подтверждает эффективность применения гасителей. Здесь гасители ГВП-0,8-9,1-350 с расчетным значением первой частоты 12,41 Гц почти в 15 раз снизили количество циклов колебаний. А в диапазоне низкочастотных колебаний 0,1–7 Гц количество циклов составило 9638 без гасителей вибрации и 10458 с гасителями вибрации, что подтверждает неработоспособность гасителей вибрации типа Стокбриджа в указанном диапазоне. Поэтому для данных ВЛ предложена комбинированная схема защиты тросов многочастотными гасителями типа ГВП и петлевыми гасителями [15]. Вторым направлением исследований «Фирмы ОРГРЭС» в деле снижения воздействий от вибрации и пляски является изменение сил натяжения проводов и тросов [16–21].

Огромную работу по разработке, аттестации и применению современной линейной арматуры выполнили выдающиеся инженеры минувшего времени, прежде всего, Леонид Васильевич Яковлев («Фирма ОРГРЭС»), Сергей Валентинович Крылов (ОАО «ВНИИЭ»), Юрий Леонидович Цветков (ЗАО «Электросетьстройпроект»), Василий Алексеевич Кравченко (Исполком Электроэнергетического Совета СНГ) [10].

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ПРИМЕРЫ

Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.060.10.079-2011 «Типовые технические требования к проводам неизолированным нормальной конструкции» разработан на основе ГОСТ 839-80 «Провода неизолированные для ВЛ»

и «Положения об аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС» и включает условия эксплуатации (марки как варианты исполнения: АС, АСКС, АСКП, АСК) и номинальные параметры и характеристики проводов (марка, диаметр, сечение, количество проволок, кратность шага скрутки, погонная масса, разрывное усилие, электро-сопротивление постоянному току при 20 °С).

В ТИ 34-70-005-82 «Типовая инструкция по сварке неизолированных проводов при помощи термитных патронов (М.В. Хомяков. СКТБ по высоковольтной и криогенной технике)» определяются условия применения, особенно при сварке шлейфов (рис. 5). Так, для проводов сталеалюминиевых по ГОСТ 839-80Е в шлейфах для сечений 300 мм² и выше допускается выполнять сварку без разгрузки от тяжения при строгом контроле качества сварки; а в пролетах для сечений проводов 240 мм² и более для повышения надежности контакта – с разгрузкой места сварки от тяжения перед установкой соединителей. Согласно п. 6 качество сварки проверяется осмотром сразу после сварки: необходимо удостовериться в отсутствии пережога наружного повива, посадочных раковин глубиной более 1/3 диаметра провода при сечении до 120 мм² и 6 мм – при сечении 150–800 мм².

В СТО 56947007-29.120.10.062-2010 «Поддерживающая арматура для ВЛ. Технические требования» классифицирует поддерживающие зажимы для промежуточных опор ВЛ (ПГ, ПГН), промежуточно-угловых опор (ПГУ) и опор больших переходов. Например, для подвески проводов промежуточно-угловых рекомендована система из двух роликов под каждый провод, а для перехода через препятствия – ва-



Рис. 7. Оперативный ремонт старого провода марки САГ-228 (Севкабель – 1933 год) на ВЛ 220 кВ посредством специально изготовленного натяжного спирального соединителя длиной 16 м; работы по устранению повреждения выполнены силами Выборгского ПМЭС и ЗАО «Электросетьстройпроект» (04.02.2014)

риант балочного подвеса и четырех, либо шестироликовые подвесы. При этом прочность заделки сталеалюминиевых проводов и грозозащитных тросов в таких зажимах, проверенная испытаниями по ГОСТ Р 51155, должна составлять не менее: для марок АС, АСКС, АСКП, АСК сечением от 25/4,2 до 600/72 мм² – 20 % от разрывного усилия, то же, усиленных от 70/72 до 300/204 – 10 %, а стальных канатов сечением от 26,96 до 72,58 мм² – 15 %.

СТО 56947007-29.120.10.063-2010 «Соединительная арматура для ВЛ. Технические требования» определяет, что алю-



ВЫСТАВКА ПРОХОДИТ ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Энергетика.
Энергосбережение**

V Всероссийская специализированная выставка

7-9 ОКТЯБРЯ/ 2014

- 🔥 ВЕДУЩЕЕ ОТРАСЛЕВОЕ МЕРОПРИЯТИЕ УДМУРТИИ
- 🔥 ТЕРРИТОРИЯ ШИРОКИХ БИЗНЕС-ВОЗМОЖНОСТЕЙ
- 🔥 ВСТРЕЧИ С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ КЛИЕНТАМИ И ПАРТНЕРАМИ
- 🔥 ЭФФЕКТИВНОЕ ВЛОЖЕНИЕ В БУДУЩЕЕ РАЗВИТИЕ

Место проведения:
г. Ижевск, Центральная площадь, мобильный павильон
тел./факс: (3412) 733-581, 733-585, 733-587, 733-664
energy@vcudm.ru | www.energy.vcudm.ru | vk.com/izh.energy

Генеральный интернет-партнер



Интернет-партнеры



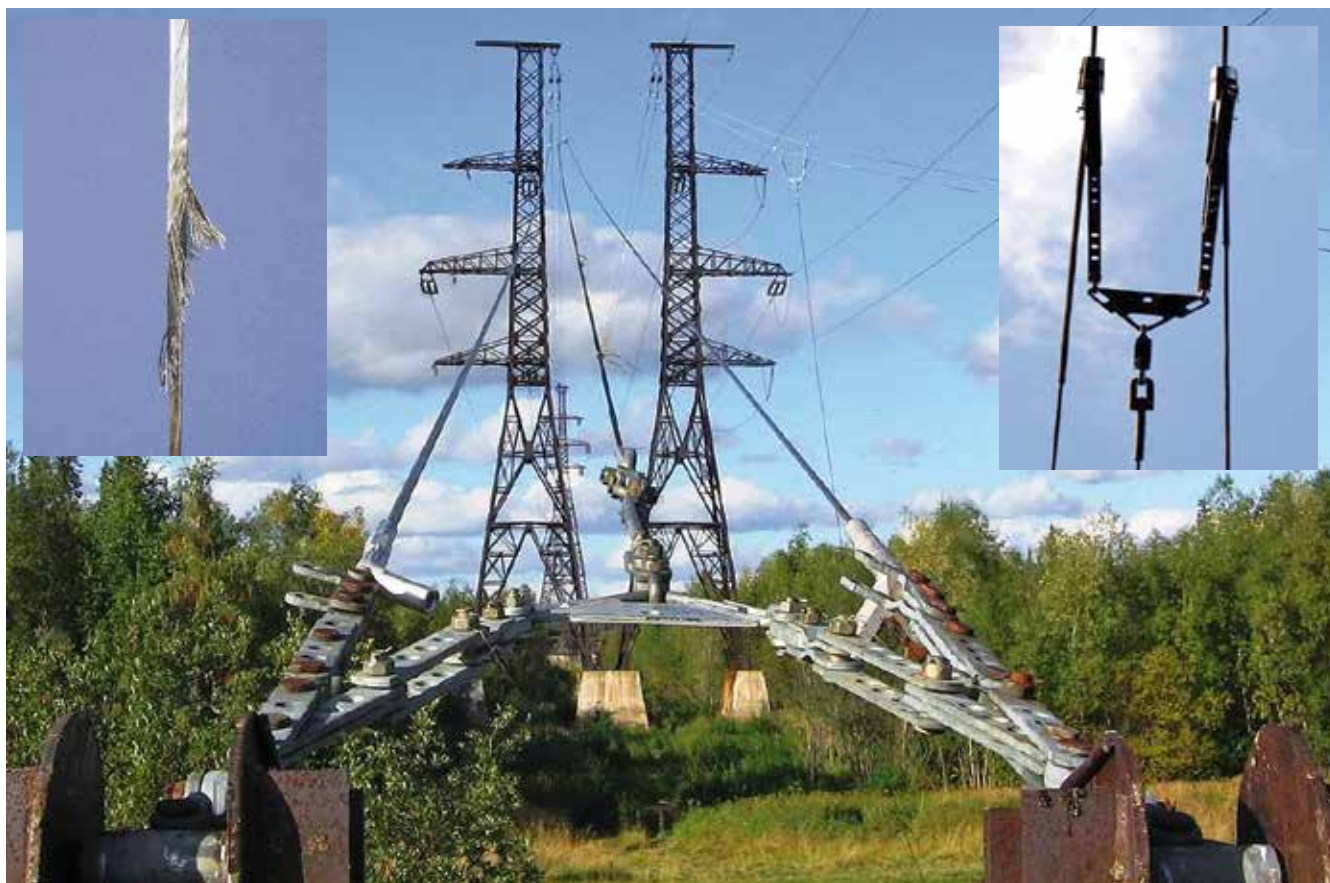


Рис. 8. Ремонт специальных спусков к фундаментам несущих тросов АСУС-300 в связи с их повреждением вандалами – снятием алюминиевых повивов по длине до 90 м от земли (спецпереход ВЛ 220 кВ через Печору, левый берег); устройство компенсирующих ветвей из стального троса ТК-200 с прикреплением верхнего конца через коромысло посредством зажимов «Gorny GmbH», установленных на неповрежденных частях несущих тросов (2005)

миниевые и стальные детали соединительных зажимов должны быть изготовлены с защитой от коррозии и заводской маркировкой, а после прессования не должны иметь трещин и пережимов, причем кривизна (стрела прогиба) деталей не должна превышать 3 мм на 1 м длины. Такая арматура для соединения проводов (тросов) в пролете должна обеспечивать механическую прочность соединения не ниже 95 %, а в шлейфах – не ниже 20 % от прочности провода (троса).

В соответствии с техническими требованиями в СТО 56947007-29.120.10.064-2010 «Сцепная арматура для ВЛ», СТО 56947007-29.120.10.065-2010 «Контактная арматура для ВЛ», СТО 56947007-29.120.10.066-2010 «Защитная арматура для ВЛ», СТО 56947007-29.120.10.067-2010 «Спиральная арматура», включая требования по другим неназванным СТО по арматуре, в комплект поставки должны входить: паспорт, Технические условия либо Заключение экспертной комиссии, утвержденное ОАО «ФСК ЕЭС», Инструкция по монтажу предприятия-изготовителя с рекомендациями по применению монтажных приспособлений и инструмента (перевод на русский язык).

Стандарты на шлейфовые соединения: СТО 56947007-29.120.10.130-2012 «Шлейфовые соединения, присоединяемые на ВЛ 220–500 кВ. Методы испытаний» и СТО 56947007-29.120.10.131-2012 «Шлейфовые соединения, присоединяемые на ВЛ 220–500 кВ. Типовая методика расчета длины».

СТО 56947007-29.120.10.158-2013 «Внутрифазные дистанционные распорки-гасители. Технические требования» разработан ЗАО «НТЦ Электросети» и представляет требования к демпфирующим распоркам, обеспечивающим сохранение расстояний между проводами расщепленной фазы в допустимых пределах, для предотвращения соударения проводов расщепленной фазы, для гашения их вибрации и субколебаний. Конструкция и качество изготовления распорки-гасителя должны обеспечивать работоспособность в течение всего срока эксплуатации (40 лет).

Спиральная арматура, основа которой спирали из стальной прочной проволоки, является эффективным, быстрым и универсальным средством усиления и устранения повреждений проводов и тросов при строительстве и ремонте ВЛ по сравнению с традиционным прессуемым соединением [22, 23] (рис. 3 и 7).

В соответствии с Информационным письмом ОАО «ФСК ЕЭС» ЧА/29/35 от 02.04.2008 «О применении клиносочлененных зажимов фирмы Gorny GmbH» клиносочлененные зажимы прошли регламентированную процедуру аттестации в ОАО «ФСК ЕЭС» и рекомендованы к широкому применению на ВЛ 35–750 кВ, так как весьма просты в применении, универсальны, продолжительность монтажа их короче в несколько раз по сравнению с прессуемыми соединениями (рис. 8).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефимов Е.Н., Тимашова Л.В., Ясинская Н.В.* Причины и характер повреждаемости компонентов воздушных линий электропередачи напряжением 110–750 кВ в 1997–2007 гг. // Энергия единой сети, 2012–2013, № 5. – С. 32–41.
2. *Крылов С.В.* Нарушения в работе ВЛ при сильных ветрах и гололеде // В материалах 2-го научно-технического семинара «Проблемы механики ВЛ, климатические условия, нагрузки и воздействия, колебания проводов и методы их ограничения» (15–20.02.2004). – М.: ВНИИЭ, 2004. – С. 1–13.
3. *Яковлев Л.В., Каверина Р.С., Дубинич Л.А.* Комплекс работ и предложений по повышению надежности ВЛ на стадии проектирования и эксплуатации / В кн. «Линии электропередачи – 2008: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс»: Сб. докладов Третьей Российской научно-практ. конф. / Под ред. Ю.А. Лаврова. – Новосибирск, ЗАО «ВНПО ЭЛСИ», 2008. – С. 28–49.
4. *Дьяков А.Ф., Засыпкин А.С., Левченко И.И.* Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях энергосистем. – Пятигорск: Изд-во РП «Южэнерготехнадзор», 2002. – 284 с.
5. *Дьяков Ф.А.* Опыт эксплуатации ЛЭП 330–500 кВ в условиях интенсивных гололедно-ветровых воздействий. Распределенная система автоматического наблюдения за гололедом // В материалах 4-го междунар. семинара «Современное состояние вопросов эксплуатации, проектирования и строительства ВЛ (МЭС-4)» (23-27.03.2009). – М.: ИАЦ Энерго, 2009. – С. 45–55.
6. *Крюков К.П., Новгородцев Б.П.* Конструкции и механический расчет линий электропередачи. – Л.: ЛО «Энергия», 1979. – 312 с.
7. *Бошнякович А.Д.* Механический расчет проводов и тросов линий электропередачи. – Л.: Энергия, 1971. – 560 с.
8. *Зевин А.А.* Расчет провода с учетом воздействия ветровой нагрузки в конечном (отклоненном) состоянии // В материалах научно-технического семинара «Проблемы механики ВЛ, климатические условия, нагрузки и воздействия, колебания проводов и методы их ограничения» (20-24.01.2003). – М.: ВНИИЭ, 2003. – С. 1–6.
9. *Батраков А.М., Коробков Н.М., Овсянников А.Г.* Замена грозозащитного троса под напряжением / В кн. «Линии электропередачи – 2008: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс»: Сб. докладов Третьей Российской научно-практ. конф. / Под ред. Ю.А. Лаврова. – Новосибирск, ЗАО «ВНПО ЭЛСИ», 2008. – С. 156–158.
10. *Тищенко А.В., Цветков Ю.Л., Кравченко В.А., Сюзин В.Е.* Замена грозозащитного троса на ОКГТ на металлических опорах ВЛ 110–750 кВ без снятия напряжения // В материалах 3-го междунар. семинара «Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ на современном этапе (МЭС-3)» (26–30.03.2007). – М.: ИАЦ Энерго, 2007. – С. 1–6.
11. *Колосов С.В., Рыжов С.В., Сюзин В.Е.* Повышение пропускной способности ВЛ: анализ технических решений / В кн. «Опыт, устремленный в будущее». – Сб. научн. статей. – М.: ЗАО «Электросетьстройпроект», 2013. – С. 26–36.
12. *Федоров Н.А.* Повышение энергоэффективности в электросетях за счет применения проводов нового поколения для ВЛ. Вопросы проектирования, выбор арматуры / В сб. международной конф. «Опоры для умных сетей: проектирование и реконструкция (26-27.06.2013). – Санкт-Петербург, ОАО «СевЗапНТЦ», 2013. – С. 26–27.
13. *Кржижановский Г.М., Горев А.А., Есин В.В.* Электрификация у нас и за границей / В кн. «Четыре года электрификации СССР». – Сб. докладов, прочитанных на вечере 30.12.1924 // Плановое хозяйство, 1925. – С. 28–35.
14. *Крылов С.В.* Испытания поддерживающих зажимов в динамическом режиме обрыва проводов фазы ВЛ // В материалах 2-го научно-технического семинара «Проблемы механики ВЛ, климатические условия, нагрузки и воздействия, колебания проводов и методы их ограничения» (15–20.02.2004). – М.: ВНИИЭ, 2004. – С. 1–20.
15. *Дубинич Л.А.* Эффективная защита проводов и грозозащитных тросов от вибрации – одна из мер повышения надежности ВЛ // В материалах 4-го междунар. семинара «Современное состояние вопросов эксплуатации, проектирования и строительства ВЛ (МЭС-4)» (23-27.03.2009). – М.: ИАЦ Энерго, 2009. – С. 157–174.
16. *Яковлев Л.В.* Вибрация на воздушных линиях электропередачи и методы защиты проводов и грозозащитных тросов. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 76 с. (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», вып. 8).
17. *Яковлев Л.В.* Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи и способы борьбы с ней. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2002. – 96 с. (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», вып. 11).
18. *Каверина Р.С., Яковлев Л.В.* Методические рекомендации и устройства для защиты проводов и грозозащитных тросов от вибрации, пляски и гололедообразования. – М.: ИПК Госслужбы, 2005. – 28 с.
19. СО 34.20.263-2005 Рекомендации по применению ограничителей гололедообразования и колебаний ОГК, гасителей пляски ГПП и ГПР. – М.: Фирма ОРГРЭС, 2005. – 12 с.
20. *Коган Ф.Л., Дубинич Л.А.* Проблемы эксплуатации грозозащитных тросов и проводов, монтируемых с повышенным тяжением, и пути их решения. // В материалах 3-го междунар. семинара «Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ на современном этапе (МЭС-3)» (26–30.03.2007). – М.: ИАЦ Энерго, 2007. – С. 1–19.
21. *Сенькин Н.А., Гореев А.Н., Строменков Ю.А.* Анализ аварийных отключений воздушных линий электропередачи в условиях Крайнего Севера (причины, последствия, восстановительные работы) // В материалах 2-го научно-технического семинара «Проблемы механики ВЛ, климатические условия, нагрузки и воздействия, колебания проводов и методы их ограничения» (15-20.02.2004). – М.: ВНИИЭ, 2004. – С. 1–7.
22. Колебания проводов воздушных линий под воздействием ветра. Учебно-метод. пособие к семинару «Мониторинг состояния воздушных ЛЭП: методы прогнозирования срока службы, повышение их надежности» / Пер. с англ. И.А. Платоновой; Под ред. А.А. Виноградова. – М.: Электросетьстройпроект, 2005. – 185+IX с., ил.
23. Рекомендации по применению спиральной арматуры при ремонте и монтаже проводов и грозозащитных тросов ВЛ 35–750 кВ. – М.: ЗАО «Электросетьстройпроект», 2005. – 24 с.