
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.55.113-2012**

**Методические указания по применению сигнализаторов гололёда (СТ)
и прогнозированию гололёдоопасной обстановки**

Стандарт организации

Дата введения 27.01.2012
Дата введения изменений: 28.04.2018

ОАО «ФСК ЕЭС»
2012

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», ОАО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО».
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 27.01.2012 № 44.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 28.04.2018 № 161 в разделы: Введение, 1 – 8, 10, Библиография.
- 5 ВВЕДЁН: с изменениями от 28.04.2018 (ПОВТОРНО).

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: yaga-na@fsk-ees.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

Введение	4
Область применения	4
1 Обозначения и сокращения	4
2 Метеорологические условия при гололёдообразовании	6
3 Назначение сигнализаторов гололёда	7
4 Требования к составу и функциям элементов системы	9
5 Расположение элементов системы сигнализации на опорах ВЛ	10
6 Тарировка систем сигнализации гололеда	11
7 Монтаж системы сигнализации гололеда	12
8 Требования к программному обеспечению системы сигнализации гололеда	12
9 Взаимодействие служб МЭС и ПМЭС по установке и обслуживанию систем сигнализации гололёда	13
10 Учёт и анализ работы сигнализаторов гололёда	15
11 Основные требования по применению системы сигнализации о гололёде на проводах ВЛ	15
Библиография	16

Введение

Образование гололеда на проводах и грозозащитных тросах линий электропередачи может явиться причиной тяжелых аварий, связанных с короткими замыканиями, обрывами проводов и грозозащитных тросов, поломкой траверс, опор и т.д. Восстановление линий, поврежденных гололедом, требует больших затрат средств и времени.

Для линий электропередачи, трасса которых проходит в районах с нормируемой толщиной стенки гололеда 25 мм и более, а также в районах с частыми образованиями гололеда или изморози в сочетании с сильными ветрами и в районах с частой и интенсивной пляской проводов, рекомендуется предусматривать плавку гололеда на проводах и грозозащитных тросах.

Эффективность плавки гололеда во многом зависит от своевременности обнаружения аварийно-опасных гололедных отложений. Решающим условием успешного проведения плавки гололеда является надежное прогнозирование гололедоопасной обстановки, а также достоверная информация о наличии, размере и весе гололеда на проводах и грозозащитных тросах ВЛ.

Таким образом, надёжность электрической сети может быть существенно повышена применением в гололедоопасных районах автоматических систем сигнализации гололедообразования.

На линиях электропередачи с подвешенными оптическими кабелями, контроль гололедообразования рекомендуется осуществлять оптическими автоматическими системам состояния элементов ВЛ и внешних воздействий (ветер, гололед, температура) с передачей информации по оптическому волокну, в этом случае не требуется дополнительных обслуживаемых систем передачи данных.

Область применения

Действие настоящего стандарта распространяется на линии электропередачи, находящиеся в эксплуатационном обслуживании ПАО «ФСК ЕЭС».

Настоящий стандарт устанавливает требования к системам сигнализации о гололедообразовании, а также определяет порядок взаимодействия служб предприятий электрических сетей при эксплуатации указанных систем.

Положения настоящего стандарта применяют для получения достоверной информации о наличии гололедно-изморозевых отложений на проводах и грозозащитных тросах ВЛ.

1 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

1.1 **Анкерный пролет** - участок ВЛ между двумя ближайшими анкерными опорами.

1.2 **Весовой пролет** - длина участка ВЛ, вес проводов (тросов) которого воспринимается опорой.

1.3 **ВОЛС-ВЛ** - волоконно-оптическая линия связи для передачи

информации с использованием размещаемого на элементах ВЛ оптического кабеля, как отдельно подвешенного или навиваемого на провод ВЛ, так и встроенного в грозозащитный трос или фазный провод, а также встроенного в высоковольтный кабель.

1.4 **Корректный расчет** - механический расчет анкерного или весового пролета с учетом реальной расстановки опор (с учетом перепада высот и длин пролетов) по методу конечных элементов.

1.5 **КП** - контрольный пункт, расположенный на опоре ЛЭП, включающий СГ и дополнительные устройства, необходимые для передачи сигнала от СГ и, при необходимости, другие элементы.

1.6 **ЛЭП** - линия или линии электропередачи.

1.7 **ОКГТ** - оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос. Элемент ВЛ, предназначенный для защиты ВЛ от прямых ударов молнии, а также выполняющий функцию кабеля связи.

1.8 **ОКСН** - оптический кабель самонесущий неметаллический, армирующими элементами которого являются стеклопластиковые прутки или арамидные нити, объединенные в единую конструкцию.

1.9 **Оптический кабель (ОК)** - кабельное изделие, предназначенное для организации связи и содержащее ОВ, объединенные в единую конструкцию. В качестве ОК для ЛЭП напряжением 220 кВ возможно использование как ОКСН, так и ОКГТ, а для ЛЭП напряжением 330 кВ и выше только ОКГТ.

1.10 **ПК** - персональный компьютер.

1.11 **ПО** - специальное программное обеспечение.

1.12 **РМО** - рабочее место оператора, включающее в себя ПК и ПО.

1.13 **СГ** - сигнализатор гололеда, представляющий собой динамометр (датчик натяжения или веса провода), изменяющий свои механические, электрические, магнитные или оптические характеристики при воздействии растягивающей силы для обнаружения гололеда на проводах или грозозащитных тросах воздушных линий электропередачи в контролируемых пунктах (точках, расположенных вдоль трассы) и передачи на пункт приема данных сигнала о наличии, весе (размере) гололеда на проводах и грозозащитных тросах ВЛ.

1.14 **СП** - структурное подразделение МЭС или ПМЭС.

1.15 **СП ИсиСС** - структурные подразделения информационных систем и систем связи.

1.16 **ССГ** - система сигнализации гололедообразования, включающая КП (контрольный пункт, расположенный на опоре ЛЭП), пункт приема данных от СГ (при необходимости), ПО для расчета веса и стенки гололеда, сервер и РМО.

1.17 **Тарировка** - это компенсация большей части систематической погрешности всей измерительной системы от входа измеряемой физической величины до выхода измеренного значения этой величины. Тарировка делается путём подачи на датчик эталонной величины физического воздействия. Тарировка, как правило - это простая операция, основанная на линейной коррекции данных, исходные данные для которой вводятся

пользователем непосредственно на месте эксплуатации, при воздействии внешних физических факторов при рабочих условиях эксплуатации.

1.18 Принятые обозначения:

b_n - нормативная толщина стенки гололеда плотностью $0,9 \text{ г/см}^3$, мм;

b_y - условная толщина стенки гололеда, вычисляемая по результатам измерений нагрузки, с учетом $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$, мм;

P_n - нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода или грозозащитного троса, Н/м;

P_y - условная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода или грозозащитного троса, Н/м;

ρ - плотность льда, принимаемая равной $0,9 \text{ г/см}^3$;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным $9,8 \text{ м/с}^2$;

d - диаметр провода (мм);

τ_1 - время нарастания толщины стенки гололеда b_1 , ч;

τ_2 - время нарастания толщины стенки гололеда b_2 , ч;

τ_3 - время нарастания толщины стенки гололеда b_3 , ч;

$\ell_{\text{ВЕС}}$ - длина весового пролета для опоры с установленным СГ, м;

P_n - вес провода в весовом пролете для опоры с установленным СГ, Н;

P_r - вес груза, приложенного к поддерживающему креплению провода или грозозащитного троса для опоры с установленным СГ, Н;

$P_{\text{из}}$ - вес гирлянды изоляторов на опоре с установленным СГ, Н;

$P_{\text{гуд}}$ - удельная нагрузка от гололеда, Н/м.

2 Метеорологические условия при гололёдообразовании

2.1 Механизм образования гололеда на проводах и грозозащитных тросах ЛЭП

Гололедообразование на проводах и грозозащитных тросах ЛЭП возможно в период с октября по апрель. Оно происходит на границе теплой и холодной масс воздуха, когда возникает конденсация влаги в виде капель мороси, размером 5- 30 мкм.

Холодный воздух располагается в нижнем слое у земли, что приводит к переохлаждению капель воды до отрицательной температуры воздуха. Капли мороси двигаются совместно с потоком воздуха. Провод на пути потока обтекается воздухом, при этом, часть капель под действием силы инерции ударяются о провод, а крайние капли под действием трения захватываются потоком и пролетают мимо провода.

Из крупных капель мороси (20 - 30) мкм образуется гололед с плотностью льда $0,9 \text{ г/см}^3$, а из капель (5 - 10) мкм образуется изморозь с плотностью (0,15- 0,4) г/см^3 .

На некоторых территориях размеры капель мороси могут достигать 40 - 60 мкм и выпадать в виде переохлажденного дождя. В этом случае, на проводе образуется гололед, а при избытке влаги гололедообразование имеет форму сосулек. Гололед образуется при температуре $(-3 \div -5) \text{ }^\circ\text{C}$, изморозь при $(-5 \div -8) \text{ }^\circ\text{C}$.

При температуре $-0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ во многих случаях осадки выпадают в виде

мокрого снега, который налипает на проводе и создает нагрузки до (1-3) кг/м.

От температуры воздуха зависит не только образование того или иного вида обледенения, но и продолжительность процессов. Понижение температуры воздуха в процессе обледенения способствует длительному сохранению льда на проводах, в результате чего при ветре возникает вибрация и пляска проводов, отмечаются случаи их обрыва.

2.2 Классификация гололедно-изморозевых отложений

В настоящее время, общепринятой [1] является следующая классификация видов гололедных осадков, отлагающихся на поверхности конструкций (в том числе, на проводах и опорах ВЛ), сооружений и наземных предметов:

- гололед (стекловидный или матовый), плотность (0,6-0,9) г/см³;
- зернистая (плотная) изморозь, плотность 0,4 г/см³;
- кристаллическая изморозь (инеевидный осадок), плотность 0,2 г/см³;
- отложения мокрого снега, плотность 0,4 г/см³;
- различные смеси этих осадков (сложное отложение), плотность 0,25 - 0,5 г/см³.

При расчете гололедных нагрузок на провода, грозозащитные тросы, оптические кабели и опоры ЛЭП принимают нормативную толщину стенки гололеда b_n с плотностью 0,9 г/см³ в соответствии с картами климатического районирования территории по субъектам РФ [2].

В действительности, на одной и той же ЛЭП могут наблюдаться выпадения всех из выше перечисленных в п. 2.1 гололедных осадков, которые одинаково опасны для ЛЭП. Поэтому, при определении веса или толщины стенки гололеда для ЛЭП, на которой установлена система сигнализации гололеда, по результатам изменения веса или тяжения провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса зафиксированные ССГ, имеют в виду условную b_y стенку гололеда вне зависимости от ее плотности, приведенную к стенке гололеда с плотностью 0,9 г/см³.

При плавке гололеда на проводах и грозозащитных тросах ЛЭП гололедных осадков с более низкой плотностью, чем 0,9 г/см³, а также при неравномерных гололедных отложениях вдоль трассы ЛЭП можно ожидать более короткого времени плавки, соответственно и возможен перегрев проводов и тросов выше максимально допустимой для них температуры, что является крайне нежелательным явлением, снижающим срок службы проводов и грозозащитных тросов, тем более, если на ЛЭП подвешен ОКГТ. С этой целью необходимо проведение контроля температуры проводов и грозозащитных тросов во время плавки на них гололедных отложений. Если на ЛЭП подвешен ОКГТ, то при плавке гололеда контроль температуры ОВ проводится с помощью системы распределенного контроля температуры (СРКТ) [3].

3 Назначение сигнализаторов гололёда

3.1 Сигнализаторы гололеда (СГ) предназначены для обнаружения гололеда на проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ЛЭП в контролируемых пунктах (КП) и передачи на рабочее место оператора сигнала

о наличии, весе (размере) гололеда на проводах, оптических кабелях или грозозащитных тросах с целью своевременного проведения оперативных мероприятий по ликвидации гололеда. Система сигнализации гололеда должна выдавать информацию об интенсивности (скорости) нарастания гололеда, температуре воздуха, а также может быть использована для контроля окончания плавки гололеда, то есть, информировать оператора об отсутствии гололеда на проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ЛЭП.

3.2 Наиболее объективную информацию о гололедообразовании на воздушных линиях электропередачи можно получить, используя ССГ, передающие с регулируемой дискретностью в режиме реального времени на рабочее место оператора информацию о толщине стенки гололеда, весе гололедообразования, тяжения в проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ЛЭП.

3.3 По способу передачи информации от СГ на пункт приема ССГ могут разделяться:

- радио сигнал, сотовая связь, спутниковая связь;
- оптический сигнал по ОВ.

3.4 При гололедоопасной обстановке в зоне прохождения ЛЭП сигналы от СГ должны поступать не реже, чем один раз в десять минут. При достижении:

3.4.1 Стенки гололеда $b_{н1} = \frac{1}{4} b_n$ или веса гололеда, или тяжения в проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ВЛ равному $P_{н1} = \frac{1}{4} P_n$ фиксируется время с момента регистрации гололеда.

3.4.2 Стенка гололеда достигает величины $b_{н2} = \frac{1}{2} b_n$ или вес гололеда, или тяжение в проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ВЛ равно $P_{н2} = \frac{1}{2} P_n$ фиксируется время.

3.4.3 За каждый период определяется скорость нарастания гололеда. Далее необходимо спрогнозировать время τ_3 , когда толщина стенки на проводах ВЛ станет равна $b_{н3} = b_n$ или вес гололеда, или тяжение в проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ВЛ станет равно $P_{н3} = P_n$.

3.4.4 Вес гололеда определяется по уравнению [4] без учета дополнительных коэффициентов, так как производится прямое измерение нагрузки или веса проводов, оптических кабелей и/или грозозащитного троса:

$$P_y = \pi \cdot b_y \cdot (d + b_y) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}, H/m \quad (1)$$

где: b_y - условная толщина стенки гололеда, вычисляемая по результатам измерений нагрузки, с учетом $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$, (мм);

ρ - плотность льда, принимаемая равной $0,9 \text{ г/см}^3$;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным $9,8 \text{ м/с}^2$;

d - диаметр провода (мм).

3.4.5 Вычисляется интенсивность приращения толщины стенки гололеда или веса гололедообразования по уравнениям (2), (3) и (4), (5) соответственно:

$$b_{H12} = \frac{b_{H2} - b_{H1}}{\tau_2 - \tau_1}; \quad (\text{мм/ч}) \quad 2)$$

$$b_{H23} = \frac{b_{H3} - b_{H2}}{\tau_3 - \tau_2}; \quad (\text{мм/ч}) \quad 3)$$

$$P_{H12} = \frac{P_{H2} - P_{H1}}{\tau_2 - \tau_1}; \quad (\text{Н/ч}) \quad 4)$$

$$P_{H23} = \frac{P_{H3} - P_{H2}}{\tau_3 - \tau_2}. \quad (\text{Н/ч}) \quad 5)$$

3.4.6 При плавке гололеда на проводах и грозозащитных тросах или ОКГТ сигналы от СГ должны поступать не реже, чем один раз в 80 с.

3.4.7 Выдаваемая СГ информация используется для принятия решений:

- о необходимости и очередности плавки гололеда на проводах и грозозащитных тросах или ОКГТ и/или других мероприятий по ликвидации гололеда;

- о необходимости прекращения плавки гололеда.

Лица, принимающие указанные решения, определяются внутренним регламентом ПМЭС (МЭС).

4 Требования к составу и функциям элементов системы

4.1 Система сигнализации гололедообразования должна состоять из следующих элементов:

4.1.1 СГ на выходе, из которого формируется сигнал, величина сигнала изменяется при изменении тяжения или веса (нарастание гололеда) провода и грозозащитного троса или, температуры воздуха, проводов, оптических кабелей и/или грозозащитного троса, а также под воздействием ветра. Оборудование для приема сигналов от КП и передачи сигнала на сервер системы, а от него на РМО. Для передачи сигнала на сервер и на РМО могут быть использованы любые доступные, в том числе, оптические каналы связи.

4.1.2 Кроме того, в зависимости от использованной измерительной технологии СГ, не содержащих оптические волокна, в состав КП могут входить следующие первичные датчики и устройства:

- контроллер, преобразующий сигналы первичных датчиков и формирующий информацию для передачи на пункт приема данных,
- источник энергии: аккумулятор с устройством подзарядки, в качестве устройства подзарядки могут быть использованы солнечные батареи;
- датчик температуры и влажности воздуха;
- датчик скорости и направления ветра;
- датчик температуры провода, троса;
- датчик интенсивности солнечной радиации;
- средства сигнализации о несанкционированном доступе к аппаратуре.

4.1.3 Для ССГ, работающей на оптических волокнах, в состав КП, в случае организации плавки гололеда на проводах и грозозащитном тросе и/или ОКГТ, входит дополнительная соединительная муфта, в которой

соединяются ОВ диэлектрических кабелей, входящих в состав СГ с ОВ оптического кабеля, разложенного по опоре и соединяющего ОВ СГ в муфте ВОЛС-ВЛ с волокном ВОЛС-ВЛ. В случае применения других методов устранения гололедной нагрузки (без плавки гололеда), дополнительная соединительная муфта не требуется.

4.1.4 В состав ССГ должно входить ПО, позволяющее проводить все необходимые расчеты для определения веса или тяжения проводов, оптических кабелей и/или грозозащитных тросов, стенки гололеда, интенсивности его образования.

4.2 Система должна обеспечивать:

4.2.1 Своевременное обнаружение гололедной нагрузки на проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах.

4.2.2 Измерение приращения тяжения или веса проводов, оптических кабелей и/или грозозащитных тросов за счет образования на них гололедных отложений, а также при изменении температуры окружающей среды и ветрового давления.

4.2.3 Корректный учет длины весового пролёта промежуточной опоры, который может изменяться относительно условий монтажа СГ под воздействием внешних факторов (температура, гололед, ветер и их сочетание). Наибольшие изменения будут иметь место при наличии перепада высот между точками крепления проводов или тросов на соседних опорах. Для корректного учёта этих воздействий в ходе расчёта гололедной нагрузки ССГ должна учитывать физико-механические параметры проводов и тросов, расстановку и геометрию опор, перепады высот контролируемого участка ВЛ.

4.2.4 Корректный учет тяжения проводов, оптических кабелей и грозозащитного троса, измеряемого СГ в натяжном креплении, которое непрерывно изменяется под действием внешних факторов (температура, гололед, ветер и их сочетание). Для корректного учёта этих воздействий в ходе расчёта гололедной нагрузки ССГ должна учитывать физико-механические параметры проводов, оптических кабелей и грозозащитных тросов, расстановку и геометрию опор, перепады высот контролируемого участка ВЛ.

4.2.5 Самодиагностику: формирование и передачу на рабочее место оператора информации о неисправности элементов системы, недопустимо низком уровне зарядки батареи (при наличии), несанкционированном доступе.

4.2.6 Обработку поступающей информации и вычисление параметров гололедной нагрузки.

4.2.7 Визуализацию информации о гололедной нагрузке, температуре и прочих требуемых параметрах на РМО.

5 Расположение элементов системы сигнализации на опорах ВЛ

5.1 СГ могут располагаться как в натяжном, так и в поддерживающем креплении провода и/или грозозащитного троса. В первом случае, измеряется тяжение провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса в анкерном пролете, во втором – вес провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса в пределах одного весового пролёта промежуточной опоры.

5.2 Для ССГ, измеряющих тяжесть провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса, СГ должны располагаться между узлом крепления на анкерной опоре и гирляндой изоляторов.

5.3 Для ССГ, измеряющей вес провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса в весовом пролете, СГ должны располагаться между их узлом крепления на промежуточной опоре и гирляндой изоляторов.

5.4 При необходимости организации электропитания оборудования на опоре:

5.4.1 Источники питания располагаются в шкафах на теле опоры или в соответствии с проектом.

5.4.2 Устройство подзарядки аккумуляторной батареи, система преобразования и передачи информации располагается на теле опоры на высоте не менее 5 м от основания.

5.5 Для передачи информации по оптическому волокну от СГ, основанного на оптических волокнах, не требуется организация электропитания.

5.6 Для ССГ, основанной на оптическом волокне, рекомендуется устанавливать СГ на анкерных опорах ЛЭП, на которых установлена муфта ВОЛС-ВЛ для коммутации оптических волокон ВОЛС-ВЛ и волокон от СГ.

6 Тарировка систем сигнализации гололеда

6.1 СГ в ССГ, основанных на измерении тяжести провода в анкерном пролете, не подлежат тарировке в ходе монтажа системы.

6.2 Тарировка СГ, применяемых в системах сигнализации гололеда, основанных на измерении веса провода, оптического кабеля или грозозащитного троса в весовом пролете, выполняется в соответствии с нижеследующими положениями.

6.2.1 На СГ 1 (рис. 1) действует нагрузка:

$$P_d = P_{\Pi} + P_{Г} + P_{из},(H), \quad (6)$$

где: P_{Π} - вес провода в весовом пролете, Н;

$P_{Г}$ - вес груза, приложенного к поддерживающему креплению провода или грозозащитного троса, Н;

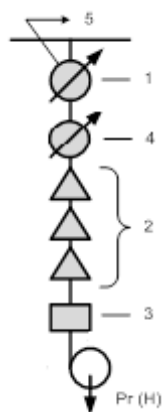
$P_{из}$ - вес гирлянды изоляторов, Н.

6.2.2 Тарировка СГ выполняется по схеме на рис. 1. При тарировке вначале фиксируется нагрузка $P_{\Pi} + P_{из}$ и соответствующий сигнал.

6.2.3 Далее ступенями увеличивается сила $P_{Г}$ до значения $2 \cdot P_{Г}$ - сверхнормативного веса гололеда. При каждом значении $P_{Г}$ фиксируется сигнал на выходе из СГ.

6.2.4 В месте выхода сигнала от СГ подключается система преобразования сигнала в форму удобную для пользователя и системы передачи сигнала на сервер и РМО.

6.3 В ПО ССГ должна быть предусмотрена сигнализация первого и второго уровня.



1. Датчик СГ
2. Гирлянда изоляторов
3. Поддерживающий зажим
4. Динамометр
5. Выход сигнала датчика СГ

Рис. 1. Тарировка датчика сигнализатора гололеда

Удельная нагрузка от веса гололеда $P_{гуд}$ равна:

$$P_{гуд} = \frac{P_{г}}{l_{вес}}, \text{ (Н/м)}. \quad (7)$$

7 Монтаж системы сигнализации гололеда

7.1 Монтаж системы сигнализации гололеда должен проходить в соответствии с проектом размещения оборудования как на опорах ВЛ, так и на ПС специализированным персоналом, имеющим допуск для проведения таких работ под авторским надзором производителя системы или организации, выполнявшей проект.

7.2 Монтаж системы сигнализации гололеда должен проходить в соответствии с Инструкцией по монтажу системы.

7.3 При монтаже ССГ, основанных на измерении тяжения провода в анкерном пролете ВЛ необходимо в момент установки СГ в натяжном креплении провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса зафиксировать величину сигнала, рассчитать величину тяжения, определить температуру провода, оптического кабеля и/или грозозащитного троса (температура окружающей среды). Произвести расчеты с учетом требований п. 4.2.4 для различных климатических условий, принятых для этой ВЛ.

8 Требования к программному обеспечению системы сигнализации гололеда

8.1 Минимальные требования к функциям ПО ССГ, следующие:

- сбор, хранение результатов измерений;
- расчёт гололедной нагрузки;
- отображение результатов измерений и расчётов;
- сигнализация о превышении установленных пороговых значений;
- расчет интенсивности или скорости образования гололедной нагрузки.

8.2 ПО ССГ должно содержать математический анализ минимизации погрешности, вызванной дополнительной ветровой нагрузкой, при расчёте гололедной нагрузки.

8.3 Интерфейс пользователя ПО ССГ должен иметь наглядное

представление расстановки пунктов контроля:

- на карте с привязкой к местности и трассе ВЛ;
- на блок схеме, построенной с учётом топологии ВЛ.

8.4 Рядом с отметками пунктов контроля должны выводиться текущие значения гололедной нагрузки.

8.5 Пользователю ПО должны быть доступны графики изменения (скорости нарастания) гололедной нагрузки, а также других измеряемых параметров от времени:

- актуальные значения (не старше суток);
- ретроспектива измерений (история всех измерений).

8.6 ПО должно позволять задавать не менее двух уровней уставок по уровню гололедной нагрузки. Допускается установка уставок по дополнительным параметрам - тяжение, стрела провеса.

8.7 ПО должно позволять производить расчет гололедной нагрузки на проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах ЛЭП с учетом требований пунктов 4.2.3, 4.2.4 и 7.3.

9 Взаимодействие служб МЭС и ПМЭС по установке и обслуживанию систем сигнализации гололёда

9.1 Организацию эксплуатационно-ремонтного обслуживания ССГ выполняют структурные подразделения информационных систем и систем связи (СП ИСиСС), линий электропередачи СП ЛЭП) совместно с подрядными организациями.

9.2 Зоны ответственности СП:

- СП ИСиСС: серверы баз данных, компьютеры клиентов базы данных, микропроцессорные устройства и системы электропитания контрольных пунктов, пункты приема данных, средства сигнализации о несанкционированном доступе к аппаратуре, каналы связи; ведет учет и анализ информации о работе сигнализаторов гололеда и всего сопутствующего оборудования;

- СП ЛЭП: датчики гололедной нагрузки на проводах и грозозащитных тросах, кабельные линии от датчиков к пунктам контроля, датчики температуры и влажности воздуха, датчики скорости и направления ветра, работы по монтажу и демонтажу оборудования на высоте; определяет опоры, на которых необходимо устанавливать КП; оформление диспетчерских заявок на проведение работ на ВЛ в части ССГ, проведение инструктажа и проведение допуска персоналу подрядных организаций при работе на ВЛ, организация применения АГП;

- СП МО: калибровка, поверка датчиков;

- СП ЦУС: наблюдение за гололёдообразованием на РМО, проведение инструктажей оперативному персоналу по теме наблюдения за гололёдообразованием, контроль исправности СГ на РМО, оповещение СП ИСиСС о неисправностях СГ и ССГ.

9.3 Проектной организацией должен быть разработан проект размещения оборудования системы сигнализации гололеда на ЛЭП и согласован с:

- СП развития информационных систем и систем связи;
- СП эксплуатации информационных систем и систем связи;
- СП эксплуатации ПС;
- СП эксплуатации ЛЭП.

9.4 СП эксплуатации ЛЭП и СП эксплуатации ПС в соответствии с внутренним регламентом должны осуществлять эксплуатационно-ремонтное обслуживание совместно с поставщиком системы:

- датчиков гололедной нагрузки на проводах и грозозащитных тросах;
- датчиков температуры и влажности воздуха (при наличии);
- датчиков скорости и направления ветра (при наличии);
- датчиков интенсивности солнечной радиации (при наличии);
- средств сигнализации о несанкционированном доступе к аппаратуре (при наличии);
- пунктов приема данных.

9.5 СП информационных систем и систем связи должен вести учет и анализ информации о работе сигнализаторов гололеда и всего сопутствующего оборудования.

9.6 СП эксплуатации ПС при участии поставщика системы или проектной организации осуществляет установку оборудования ССГ, а также эксплуатационно-ремонтное обслуживание подстанционной части сигнализаторов гололёда.

9.7 СП эксплуатации ПС обеспечивает электропитанием оборудование систем связи и сигнализации гололеда, установленное на ПС.

9.8 СП информационных систем и систем связи выполняет установку, наладку и эксплуатационно-ремонтное обслуживание радио и других приёмодатчиков устройств сигнализации гололёда совместно с СП эксплуатации ЛЭП и СП эксплуатации ПС.

9.9 СП информационных систем и систем связи осуществляет установку и эксплуатационно-ремонтное обслуживание:

- серверов баз данных, компьютеров клиентов базы данных;
- источников бесперебойного питания;
- средств связи;
- средств сопряжения с устройствами телемеханики;
- средств сопряжения с ОИК;
- ведет учет и анализ информации о работе сигнализаторов гололеда (согласованно со службой линий электропередачи и оперативно - диспетчерской службой).

9.10 Главный диспетчер совместно Головным центром управления сетями:

9.10.1 Использует информацию, полученную от сигнализаторов гололеда для оперативного решения вопросов организации плавки гололеда в соответствии с местными инструкциями и регламентами.

9.10.2 Организует ведение учета и анализа информации о работе сигнализаторов гололеда в соответствии с разделом 10 данного документа.

9.10.3 Осуществляет связь с республиканскими и территориальными управлениями Росгидромета по оповещению о гололедоопасной обстановке.

10 Учёт и анализ работы сигнализаторов гололёда

10.1 Учет и анализ работы сигнализаторов гололеда организуется в каждом ПМЭС с целью определения работоспособности сигнализаторов и их элементов и уточнения целесообразной области применения сигнализаторов различных типов и конструкций.

10.2 Информация о работе сигнализаторов записывается в архив базы данных.

10.3 Записи в архив базы данных производятся при каждом поступлении сигнала о срабатывании сигнализатора или о неисправности его элементов (датчик, источник питания, передающие и приемные устройства).

10.4 По окончании гололедного сезона информация анализируется СП эксплуатации ЛЭП совместно с СП информационных систем и систем связи, а также подрядными организациями. При этом необходимо по каждому типу сигнализатора определить удельное количество отказов (ложных, срабатываний, отсутствия сигнала из-за повреждения СГ).

11 Основные требования по применению системы сигнализации о гололёде на проводах, оптических кабелях и грозозащитных тросах

11.1 Система сигнализации должна обеспечивать:

11.1.1 Работоспособность при гололедообразовании.

11.1.2 Наличие минимального количества элементов, существенно повышающего работоспособность системы.

11.1.3 Позволять оценивать интенсивность гололедообразования.

11.1.4 Гарантийный срок на ССГ должен быть не менее 3-х лет.

Библиография

1. Информационная система контроля гололедобразования на воздушных линиях электропередачи. Дьяков А.Ф., Левченко И.И., Засыпкин А.С., Энергетик, 2005, № 11, с.
2. СТО 56947007-29.240.01.189-2014 Методические указания по применению альбомов карт климатического районирования территории по субъектам Российской Федерации, ОАО «ФСК ЕЭС».
3. СТО 56947007-29.060.50.122-2012 Руководство по расчету режимов плавки гололеда на грозозащитном тресе со встроенным оптическим кабелем (ОКГТ) и применению распределенного контроля температуры ОКГТ в режиме плавки, ОАО «ФСК ЕЭС».
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): Глава 1.2. Электроснабжение и электрические сети (Издание седьмое) Приказ Минэнерго России от 08.07.2002 № 204; Глава 1.9. Изоляция электроустановок (Издание седьмое) Приказ Минэнерго России от 08.07.2002 № 204; Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ (Издание седьмое) Приказ Минэнерго России от 20.05.2003 № 187.
5. Приказ ПАО «ФСК ЕЭС» от 27.05.2015 № 219 «Об утверждении типовых организационных структур филиалов ПАО «ФСК ЕЭС» - МЭС, ПМЭС» (в редакции от 01.02.2017 № 43, от 02.11.2017 № 460).