

УДК 621.315.1

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Ахмедова О.О., Сошинов А.Г.

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»
Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский
государственный технический университет», Камышин, e-mail: Ahmedova-olga@mail.ru*

Проблема предотвращения гололедных аварий в электрических сетях энергосистем актуальна для многих регионов России. Нарушения в работе воздушных линий, вызванные интенсивными гололедными и гололедно-ветровыми нагрузками, являются наиболее тяжелыми по своим последствиям. Однако разрушительное влияние гололедообразования не является фатальным. Это подтверждает опыт энергосистем, систематически ведущих борьбу с гололедом. Предотвращение гололедных аварий базируется на использовании комплексной системы мероприятий, на основе системного подхода.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, мониторинг, гололед, способы и устройства контроля гололедообразования

ANALYTICAL REVIEW OF METHODS AND DEVICES FOR MONITORING THE INTERMEDIATE SPAN OF OVERHEAD POWER LINES

Akhmedova O.O., Soshinov A.G.

*FGBOU VPO «Volgograd State Technical University» Kamyshin institute of technology (branch)
of FGBOU VPO «Volgograd State Technical University», Kamyshin, e-mail: Ahmedova-olga@mail.ru*

The problem of preventing icing accidents in electric networks of power systems is relevant in many regions of Russia. Disruptions of overhead lines, caused by intensive icing and icing and wind loads are most severe in their effects. However, the devastating effect of icing is not fatal. This is confirmed by the experience of power systems, systematically carrying on a struggle against ice. Prevention of icing accidents is based on the use of an integrated system of activities in a systematic manner.

Keywords: overhead power lines, monitoring, ice, ways and control units of icing

Несмотря на многолетние усилия электроэнергетиков гололедные аварии в электрических сетях многих энергосистем по-прежнему относятся к наиболее тяжелым и периодически дезорганизуют электроснабжение регионов. Вызываются они природными явлениями – отложениями гололеда, изморози, мокрого снега на проводах и тросах воздушных линий (ВЛ) электропередачи в сочетании с ветровыми нагрузками, которые могут вызвать:

1. разрегулировку проводов и тросов и их сближение между собой на недопустимое расстояние;
2. сближение проводов и тросов при их подскоке вследствие одновременного сброса гололеда;
3. «пляску» проводов и грозозащитных тросов;
4. обрыв проводов и грозозащитных тросов;
5. разрушение опор;
6. перекрытие линейной изоляции ВЛ при таянии гололеда.

Появление гололедно-изморозевых отложений возможно в весенний и осенний периоды, а в зимний период – во времена кратковременных оттепелей.

Обледенение проводов, тросов ВЛ происходит при перемещении влажных воздушных масс при температуре от -1°C до -5°C .

Виды гололедно-изморозевых отложений различаются по объемному весу (удельной плотности вещества 1 см^3).

– гололед (объемный вес $0,7\text{--}0,9\text{ г/см}^3$) – образуется при выпадении переохлажденного дождя, мороси и наличии ветра. Это матовый или прозрачный лед.

– иней (изморозь), (объемный вес $0,2\text{--}0,3\text{ г/см}^3$) – образуется из тумана в безветренную погоду. Это рыхлая, непрочная, мелкокристаллическая масса.

– мокрый снег, (объемный вес $0,5\text{ г/см}$) – образуется при отложениях снега на проводах, чаще в безветренную погоду, при температурах около 0° .

При понижении температуры ниже 0° образуются замерзшие отложения мокрого снега.

Большое влияние на характер массу гололедных отложений оказывают параметры воздушной линии:

1. Высота подвеса проводов. Опытные данные показывают, что в слое от 2 до 20 метров масса гололедных отложений увеличивается в три раза.

2. Закручивание проводов, обусловленное «жесткостью» проводов. Во время интенсивных отложений закручивание проводов приводит не только к образованию устойчивой муфты, но и значительно увеличивает стадию сохранения осадка на проводах.

3. Диаметр проводов. С увеличением диаметра провода d_{np} в зависимости от скорости ветра масса гололедных отложений сначала возрастает, достигая максимума при $d_{np} = 3-8$ см, и далее постепенно уменьшается. Возрастание выражено тем сильнее, чем больше скорость ветра.

4. Режим работы энергосистемы. Действие электрического поля, возникающего вокруг цепи ЛЭП высокого напряжения, сводится в основном к тому, что водяные капли, попадая в сферу его влияния, получают наведенный заряд, в силу чего притягиваются к заряженной поверхности и осаждаются на ней. Сила притяжения капли при этом пропорциональна квадрату приложенного напряжения и обратно пропорциональна кубу расстояния. Интенсивность гололедных отложений на проводах, находящихся под напряжением, оказывается примерно на 30 % большей, чем на линиях без тока.

Учитывая чрезвычайно тяжелые последствия гололедных аварий, необходимо принимать решительные меры по их предотвращению путем:

1. внедрения при строительстве или реконструкции ВЛ новых технологий и конструктивных решений, предотвращающих образование опасных ГИО;

2. своевременного выполнения режимных мероприятий, позволяющих поддерживать температуру проводов на уровне, не допускающем налипание гололеда;

3. строительства ВЛ с механической прочностью, выдерживающей возможные гололедно-ветровые нагрузки с повторяемостью один раз в 50 лет для ВЛ 330 кВ и выше, 30 лет для остальных ВЛ;

4. своевременного обнаружения характера гололедообразования и направления его распространения для организации работ по его механической обивке или плавке электрическим током (постоянным или переменным).

Специфика климата северной части Волгоградского региона (зона обслуживания ПО «Камышинские электрические сети») такова, что в зимний период из-за резких перепадов температуры воздуха, сопряженных с низким атмосферным давлением и повышенной влажностью регулярно возникает вероятность опасного обледенения проводов воздушных линий электропередачи. Ситуация, как правило, усугубляется сильным, порывистым ветром, способствующим обрыву потяжелевших от ледяной корки и налипшего снега проводов. ВЛТ в зоне обслуживания ПО «КЭС» находятся на территории с различными нормативными районами по гололеду (с 4-го по 7). На территории Волгоградской области гололед наблюдается примерно с ноября по март.

При неблагоприятных погодных условиях проведение плавки является действенным способом борьбы с образованием гололеда на воздушных линиях электропередачи. Для этого в ПО «КЭС» используют инновационные разработки – телеметрический комплекс, который позволяет своевременно обнаружить участки с наледью и налипшим снегом.

Система мониторинга воздушных линий предназначена для сбора данных о гололедных и ветровых нагрузках на ВЛ. А также о погодных условиях в районе постов. Телеметрическая система построена в виде сети с одним терминальным узлом, подключенным к ПК и удаленными узлами сбора данных с датчиков. В качестве средства передачи данных используется сотовая связь. Каждый удаленный узел с заданным периодом выходит в сеть GSM и передает данные собранные с датчиков. Терминальный узел постоянно находится в режиме приема и регистрирует данные по мере прихода их с удаленных объектов.

Все данные собираются в один информационный пакет и отправляются в сеть. Расположение силоизмерительных датчиков на опоре может отличаться.

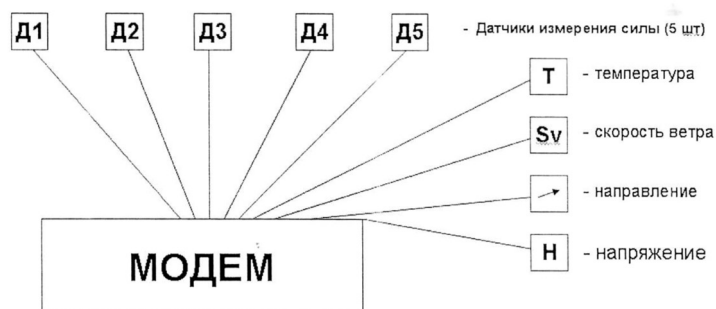


Рис. 1. Схема поста Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 – силоизмерительные датчики, для взвешивания провода; Т, Sv – погодные датчики; Н – напряжение аккумулятора

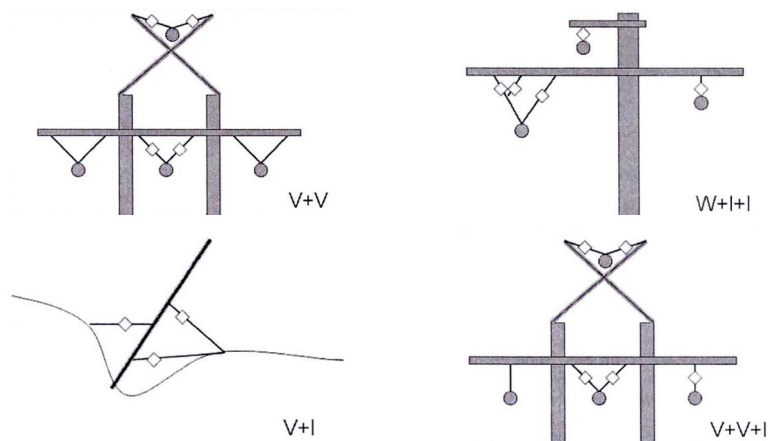


Рис. 2. Примеры расположения силоизмерительных датчиков

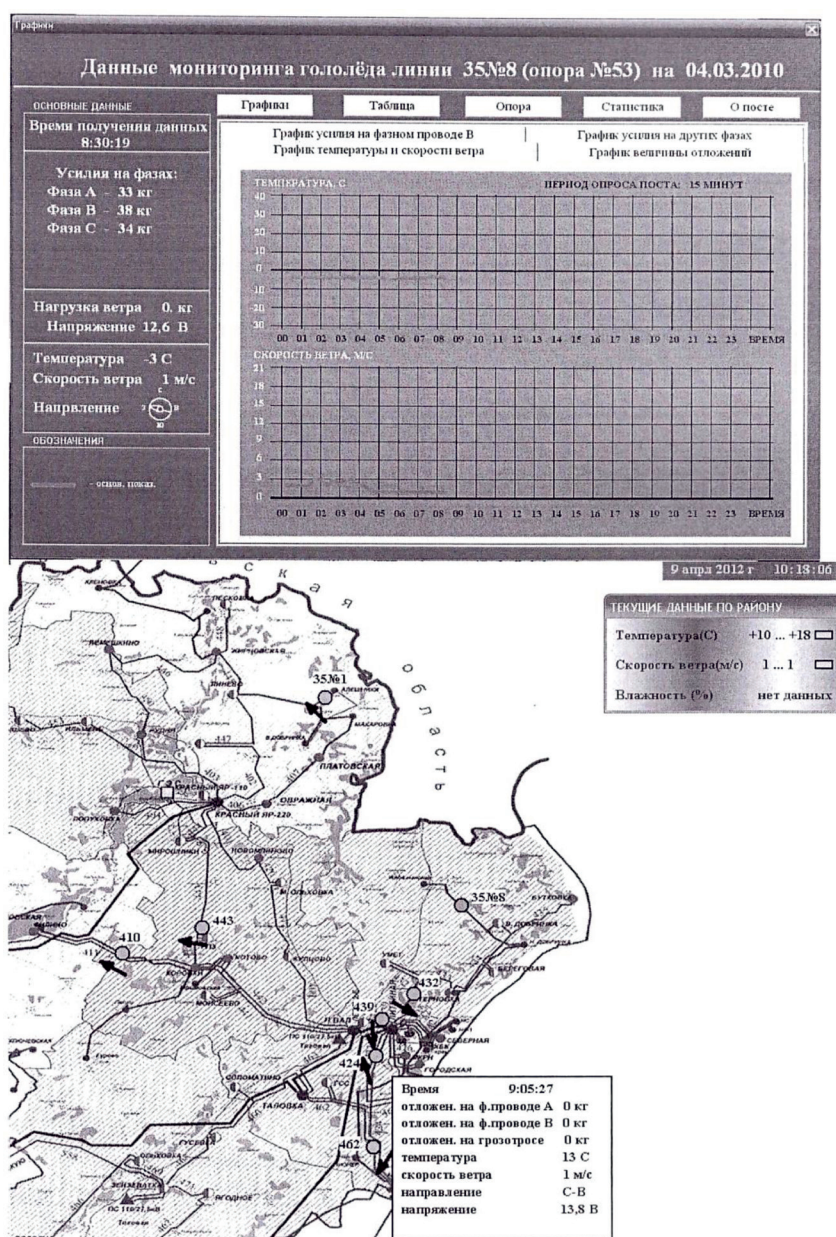


Рис. 3. График мониторинга гололедообразования с привязкой на местности

Для каждого удалённого объекта подбирается оптимальный вариант. Терминальный узел (сервер) представляет собой компьютер с одним или несколькими GSM-модемами. Специальное программное обеспечение, установленное на сервере, обеспечивает управление модемами, приём данных, расшифровку и сохранение в архив. Для диспетчера приходящие данные представляются в наиболее удобной форме – графики и данные с привязкой к местности.

Основное предназначение системы – отслеживание изменения погодной обстановки в режиме on-line. Это необходимо для своевременного реагирования на эти изменения, а также для проведения плавки. Зимой быстро осмотреть линию практически невозможно из-за занесённых дорог. В этом случае плавки производятся по системе мониторинга. Наличие архива позволяет производить анализ собранной информации, выявлять самые неблагоприятные погодные условия, делать выводы по проделанной работе, исправлять ошибки, развивать систему. Архив доступен диспетчеру и другому персоналу в графической форме.

На данный момент в Камышинских электросетях имеется система из 9 постов.

Выводы

Интенсивность образования гололедно-изморозевых отложений зависит от скорости ветра, температуры окружающего воздуха, от рельефа местности и расположения проводов к направлению ветра. Наиболь-

шие отложения отмечаются на возвышенных участках трассы линий, там, где выше скорость ветра, ниже температура. Определение расчётных условий по ветру и гололеду должно производиться на основании соответствующих карт климатического районирования территории РФ с уточнением при необходимости их параметров. При неблагоприятных погодных условиях проведение плавки является единственным действенным способом борьбы с образованием гололеда на воздушных линиях передач. При этом эффективность данного способа напрямую зависит от своевременного обнаружения обледенения и принятия оптимального решения по параметрам плавки и выбора ЛЭП. Для этого наряду с традиционными способами обнаружения гололедообразования, необходимо применять автоматизированные системы управления плавкой гололеда, позволяющие по совокупности принятых данных определять не только силу тока необходимую для рациональной плавки, но последовательность линий электропередач в соответствии со степенью обледенения.

Список литературы

1. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах: учеб. пособие / И.И. Левченко, А.С. Засыпкин, А.А. Аллилуев, Е.И. Сацук. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.: ил.
2. Руководящие указания по плавке гололед на ВЛ, Москва, 1982.
3. Инструкция «Управляемый выпрямитель для плавки гололеда постоянным током напряжением 14 кВ на проводах ВЛ (ВУГП-14)», Волгоград, 2011.