

К ВОПРОСУ О КОНТРОЛЕ СОСТОЯНИЯ ГОЛОЛЁДО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВЛ 0,38-110 кВ И ПЛАНИРОВАНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА НИХ

Черемисин Н. М., Зубко В. М., Пархоменко О. В.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Проведен анализ гололёдо-изморозевых отложений в электрических сетях Украины и предложено устройство контроля гололёда с возможностью передачи информации в реальном времени.

Анализ текущей ситуации. За последние 10-15 лет в Украине наблюдается систематическое разрушение воздушных линий в основном от влияния гололёдо-изморозевых отложений.

Так по статистическим данным с 30 января по 8 февраля 1978 года из-за ветра и гололеда в Запорожской области было повреждено на ВЛ 150 кВ две опоры, на ВЛ 35 кВ – 48 опор, на ВЛ 6-10 кВ – 6888 опор, с 9 января по 18 января 1985 года в Харьковской области из-за гололедообразования упало и было повреждено 1908 опор.

С 3 по 4 декабря 1988 года в Одесской области в результате нарастания обледенения у усиления ветра были повреждены на ВЛ 0,38 кВ – 10342 опоры, на ВЛ 6-10 кВ – 17670 опор, на ВЛ 35 кВ – 236 опор, на ВЛ 110 кВ – 220 опор, на ВЛ 150 кВ – 1 опора. Повреждения имели, как правило, одинаковый характер: излом железобетонных опор и приставок на уровне земли с падением опор перпендикулярно или под некоторым углом к оси трассы.

В 2000 году в зимнее время в Украине из-за гололёда в 12 областях было отключено 4000 населенных пунктов на период до 1 месяца. Экономический ущерб из-за перерыва электроснабжения и затрат на восстановление линий составил более 1 млн. гривен.

В начале января 2004 года в пяти областях центра и юга Украины из-за отложения мокрого снега и, соответственно, повреждения воздушных линий было отключено 680 населенных пунктов.

По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям из-за непогоды (гололёд и ветер) на 22 декабря 2009 года в Украине без электричества оказались в Херсонской области – 109 населенных пунктов, в Одесской – 68, в Днепропетровской – 33, Донецкой – 32, Николаевской – 30, Кировоградской – 18, Закарпатской – 13, Луганской – 10, Крыму – 10, Ровненской – 7, Харьковской – 2, автономной республике Крым – 2, Ивано-Франковской – 1. Через неделю в Украине было отключено еще 1077 населенных пунктов. [1]

Статистика показывает, что в последнее время аварийность принимает массовый характер. Причинами такой ситуации является следующее: значительное число воздушных линий в Украине было построено в 1963-1985 годах. Линии прокладывались с расчетом максимальных нагрузок, возникающих в течении 10 лет при определенной толщине гололеда и скорости ветра. При этом принимался коэффициент запаса прочности равным 2. Таким образом, расчетная долговечность линий на железобетонных и металлических опорах определялась в 40 лет. [2]

Теоретически известно, что материал опор, проводов и изоляторов с течением времени стареет, механическая прочность снижается по экспоненциальному закону примерно на 7,5% в год от первоначальной прочности. Кроме этого коррозия металла, составляющая 0,02 мм в год, приводит к уменьшению сечения элементов опор. Увеличиваются нагрузки и от деформации несущих элементов. Расчет показывает, что после истечения срока долговечности коэффициент запаса прочности сходит на нет.

Наступает время, когда линии должны реконструироваться или, по сути, демонтироваться и заменяться новыми.

Еще один неблагоприятный фактор – аварийный ремонт без планового обеспечения финансовыми и материальными ресурсами и производимый в неблагоприятное зимнее время без обеспечения полной процедуры приемки в эксплуатацию не приводит к первоначальной прочности восстановленных линий по коэффициенту запаса. Поэтому ситуация с аварийностью прогнозируемо будет повторяться из года в год.

По нашему мнению необходимо составить перспективный план реконструкции воздушных линий по областям Украины, обеспечив его соответственно финансово и материально. И начать это нужно с обследования климатических условий и изменения, при необходимости нормативной базы. По информационным данным, например, в Российской Федерации переходят на проектирование линий по максимальным нагрузкам, наблюдаемым с повторяемостью не раз в 10 лет, а в 25 лет. Это даст возможность значительно увеличить надежность схем электропередачи и в целом увеличить экономичность использования электрической энергии в различных отраслях.

По данным печати в министерстве топлива и энергетики Украины разработан проект нормативного документа "Климатические нагрузки на воздушные ЛЭП с учетом топографических особенностей. Методика определения". [3] Следует сказать, что современная информационная техника позволяет постоянно отслеживать климатические факторы и учитывать их как при проектировании, так и при текущей эксплуатации линий.

Сложность процесса гололедообразования является основной причиной отсутствия достаточно надежных методов и средств его краткосрочного прогноза.

Главная причина отложения гололеда на поверхностях заключается в кристаллизации переохлажденных капель дождя, мороси и тумана. Скорость нара-

тания слоя льда (интенсивность) зависит от температуры воздуха и поверхности, на которую оседают капли, их размеров, влагосодержания воды в единице объема, скорости и направления ветра.

В СССР и за рубежом достаточно масштабно проводились исследования по изучению различных факторов на процесс гололедообразования, их физико-химической связи и закономерности для получения эмпирических уравнений возможного гололеда с определенной степенью вероятности наступления события. Такой подход был вызван отсутствием достаточно надежных динамических моделей [3].

Другое направление работ – создание по результатам исследования аппаратуры краткосрочного прогноза гололедообразования. Первым этапом её было изготовление устройств предупредительной сигнализации о появлении гололеда (СПГ).

В основу этого направления были положены данные о граничных условиях метеопараметров, которые с вероятностью 0,9 позволяют определять опасность возникновения гололеда (температура воздуха $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная его влажность более 80%, скорость ветра – менее 10 м/с). СПГ автоматически их измеряет, сравнивает с заданными уставками в точках настройки, а при совпадении выдает сигналы "Возможен гололед". Для регистрации начала образования гололеда-изморозевых отложений в сигнализаторе предусмотрен датчик, опрос которого осуществляется после выдачи сигнала "Возможен гололед". При наличии на датчике даже малых отложений льда выдает сигнал «Гололед».

Предупредительная сигнализация, при ее наличии, о возможности и начале гололеда позволяет повысить эффективность применения мер по борьбе с этим опасным явлением. [4]

Сигнализатор гололеда обладает высокой чувствительностью срабатывания, удобен в монтаже и эксплуатации благодаря унификации конструкции, малыми габаритными размерами и массой.

К современным средствам контроля и предупреждения ГИО следует отнести и автоматические метеорологические станции, имеющие следующие технические характеристики:

- температура
диапазон внутренний: от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, внешний от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, разрешение $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, возможна установка триггера, время измерения 10 с,
- относительная влажность
измерение относительной влажности внутри и вне помещения, диапазон от 10% до 97%. Возможна установка триггера, разрешение 1%, время измерения 10с,
- давление
измерение абсолютного атмосферного давления или давления относительно уровня моря, диапазон от 795 мбар до 1050 мбар, пиктограмма прогноза погоды, прогноз скорости ветра, возможна установка триггера, разрешение 1 мбар, время измерения 15 мин, построение прогноза 1 час,
- точка росы
измерение точки росы внутри и вне помещения, диапазон от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+59\text{ }^{\circ}\text{C}$, разрешение $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, возможна установка триггера, время измерения 10с,

– скорость направления ветра
диапазон от 0 до 56 м/с, возможна установка триггера, время измерения 10с,

– приведённая температура $^{\circ}\text{C}$
диапазон от $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, разрешение 1° , время измерения 5с,

– количество осадков
диапазон от 0 до 9999 мм, разрешение 1 мм, время измерения накопительное, 24 часа, один импульс на 1 мм осадков соответствует выпадению 1 л осадков на 1 кв.м.

В наборе поставляются датчики для измерения уровня осадков, температуры, влажности и параметров ветра. Станция показывает все необходимые параметры, характеризующие состояние погоды, в том числе и климатические условия внутри помещения.

Цель статьи. Разработка системы, позволяющей контролировать и измерять массу и интенсивность льдообразования, а также "парусную" силу ветра, что значительно повысит эффективность в схемах контроля и управления гололедообразованием в реальном времени на воздушных линиях.

Постановка задачи. Для автоматизации процесса плавки гололеда, предотвращения пережога провода и своевременного выявления аварийной ситуации должна применяться автоматизированная система диагностики, позволяющая решать следующие задачи:

- расчет средних (вдоль линии) значений внешних условий (температура воздуха, скорость ветра, теплоотдача);
- оценка температуры провода;
- определение длины гололедного участка;
- коррекция расчетного времени плавки по параметрам внешних условий;
- определение момента опадания гололеда по изменению тока плавки.

Для реализации вышеперечисленных расчетных задач необходимо устройство, которое в комплексе контролирует параметры, входящие в систему диагностики.

На сегодняшний день не существует устройства контроля гололедообразования, которое бы отвечало современным подходам в автоматизации процессов управления плавкой гололеда.

Поэтому для разработки контроля и измерения льдообразования нами разработана специальная схема для оперативного контроля климатических параметров в зоне прохождения воздушных линий электропередачи (СМ РЭС-КГО) по патенту Украины МПК (2009) Н02Н700. [5]

Описание устройства. Система СМ РЭС-КГО предназначена для мониторинга температуры и относительной влажности воздуха, величины весовой нагрузки в точке подвески провода и передачи данных на диспетчерский пункт через GSM-сети действующих операторов.

Система СМ РЭС-КГО применяется для определения условий гололедообразования и контроля массы и интенсивности льдообразования на проводах воздушной линии электропередачи.

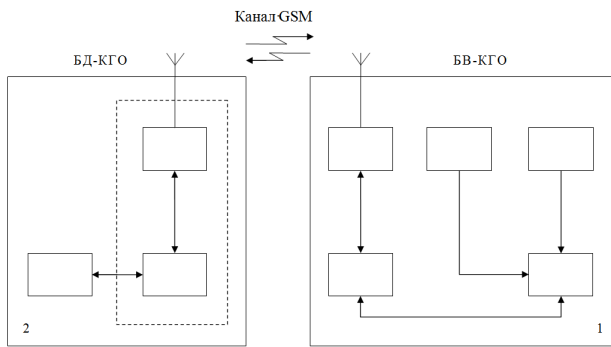


Рисунок 1

В состав системы СМ РЭС-КГО входит блок диспетчерский, предназначенный для установки на диспетчерском пункте, и наружные блоки датчиков (блоки БВ-КГО), устанавливаемые на опорах линии электропередачи в зонах с интенсивным льдообразованием. Между блоками БВ-КГО и диспетчерским блоком осуществляется беспроводная связь с применением GSM-модемов (рис. 1).

Блок диспетчерский должен эксплуатироваться в помещении при нормальных условиях:

- диапазон рабочих температур – $15 \div 35$ °С;
- влажность воздуха при температуре 30 °С – не более 80%;
- атмосферное давление – от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.).

Блоки БВ-КГО должны работать в непрерывном круглосуточном режиме на открытом пространстве:

- диапазон рабочих температур – от минус 30 до плюс 50 °С;
- максимальная влажность воздуха при температуре 25 °С – 100%;
- атмосферное давление – от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.).

Технические характеристики:

- количество блоков БВ-КГО в системе – от 1 до 98 шт.;
- диапазон измеряемых температур – от минус 30 до плюс 50 °С;
- точность измерения температуры - ± 2 °С;
- диапазон измерения влажности – от 0 до 100%;
- точность измерения влажности - ± 5 %;
- диапазон установки температуры гололедообразования – от минус 8 до плюс 1 °С;
- дискретность установки температуры гололедообразования – 1 °С;
- диапазон установки влажности гололедообразования – от 80 до 100%;
- дискретность установки влажности гололедообразования – 1%;
- диапазон установки периода сбора данных – от 1 минуты до 23 часов 59 минут;
- дискретность периода сбора данных – 1 мин;
- диапазон установки периода передачи данных – от 1 минуты до 23 часов 59 минут;
- дискретность передачи данных – 1 мин.;

- диапазон частот GSM-модема сотовой связи – 900/1800 МГц;
- диапазон измерения нагрузки в точке подвески – от 0 до 600 (900) кгс;
- дискретность нагрузки – 1 кгс;
- точность измерения нагрузки в точке подвески - ± 10 кгс.

Выводы. Внедрение системы СМ РЭС-КГО позволит повысить эффективность борьбы с ГИО за счет обеспечения и выполнения им таких функций как фиксация и передача аварийной информации о превышении заданных критических значений метеорологических параметров и весовой нагрузки в точке подвески провода, обусловленных образованием гололеда на диспетчерский блок.

Список использованных источников

1. Газета "Время", 22 декабря 2009г. № 236.
2. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1986, - 648 с.
3. Турбин В. С. Усовершенствование методов изучения климатических нагрузок на воздушные линии с учетом топографических особенностей местности / В. С. Турбин - К.: Энергетика и электрификация, 2007, № 10.
4. Марфин Н. И. Исследование свойств полиэтилена в условиях атмосферного старения. / Н. И. Марфин – М.: Электротехника, 2006, № 6, 27-28 с.
5. Патент України № 91310 від 12.07.2010 МПК, Н02Н700, 7 сторінок. Пристрій для контролю навантаження ліній електропередачі від ожеледі / М. М. Черемісін, В. М. Зубко, О. В. Пархоменко, В. В. Булага, В. У. Хоменко, А. В. Гриценко.

Анотація

ДО ПИТАННЯ ПРО КОНТРОЛЬ СТАНУ ОЖЕЛЕДЕ-ПАМОРОЗЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ВЛ 0,38-110 кВ ТА ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ НА НИХ

Черемісін М. М., Зубко В. М., Пархоменко О. В.

Був проведений аналіз ожеледе-паморозевих відкладень в електричних мережах України і запропоновано пристрій контролю ожеледі з можливістю передачі інформації в реальному часі.

Abstract

THE PROBLEM OF MONITORING SLEET FORMATION STATUS ON POWER LINES 0,38-110 kV AND SCHEDULING THEIR MAINTENANCE

N. Cheremisin, V. Zubko, O. Parkhomenko

Sleet formation had been analyzed on Ukrainian power lines and the sleet monitoring system was offered with the function of real-time data transfer.