**Образование гололёда на проводах**

Гололед на проводах воздушных линий электропередачи (ВЛ) – это образование в виде твердого, прозрачного или полупрозрачного льда, изморози (инея), имеющей вид кристаллического осадка, напоминающего снег, или смеси, состоящей из напластований льда, изморози и мокрого снега.

Процесс образования гололеда на проводах воздушных линий зависит от климатического района, который определяется картами климатического районирования территории РФ и материалами длительных наблюдений гидрометеорологических станций и метеопостов за скоростью ветра, массой, размерами и видом гололедных отложений. В зависимости от размера капель мороси или температуры образования, на проводах образуется лед с плотностью около 0,9 г/см³, который при избытке влаги может иметь форму сосулек, или изморозь с плотностью (0,15 – 0,4) г/см³. При температуре минус 0,5°С осадки в виде мокрого снега также налипают на провода, что создает существенные дополнительные нагрузки на линию.

Гололедообразование на проводах ВЛ происходит на границе теплой и холодной масс воздуха, где возникает конденсация влаги в виде капель мороси, в период с октября по апрель. Интенсивность приращения веса гололедного отложения на проводе воздушной линии электропередач пропорционально диаметру провода. Поэтому, помимо метеорологических условий, такие технические параметры линий электропередачи, как высота подвеса проводов и жесткость их крепления, величина нагрузочного тока и диаметр провода также влияют на образование гололеда.

При гололедных нагрузках ниже критических в зависимости от формы отложения гололеда (односторонней или цилиндрической) в результате аэродинамического воздействия могут значительно усиливаться колебания («пляска») или вибрации проводов. При значительном гололедообразовании возможны провисания и обрывы проводов и грозозащитных тросов, разрушение арматуры и опор ВЛ. Гололедные аварии составляют большой процент как по общему количеству повреждений на ВЛ, так и по продолжительности связанных с ними аварийных отключений и приносят большой материальный ущерб.

Работы по прогнозированию и обнаружению гололедообразования ведутся во многих странах, и в настоящее время существует два основных направления исследований:

- обнаружение и контроль процесса образования гололеда на проводах и грозотросах с помощью датчиков и комплектных устройств обнаружения гололеда, позволяющие с необходимой точностью определять момент, когда необходимо начинать плавку;

- определение вероятности гололедообразования с учетом метеорологических данных и технических параметров ВЛ.

В связи с отсутствием точных данных о температурном диапазоне, продолжительности осадков и других физических и механических процессах, влияющих на процесс обледенения, применяемые модели гололедообразования имеют ряд допущений, что снижает точность прогнозирования и может приводить к ложным срабатываниям.

Модуль МДД, разработанный совместно с филиалом ПАО «Россети Центр и Приволжье» - «Тулэнерго» в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществляет диагностику состояния ВЛ посредством непрерывного автоматического дистанционного мониторинга эксплуатационных параметров проводов.

Устанавливаемое на уровне сервера сбора данных специализированное программное обеспечение позволяет на основании заданных исходных значений, учитывающих технические параметры линии и климатические условия, и показаний датчика температуры и акселерометра выполнить расчет веса гололедных отложений и автоматический пересчет всех данных в БД по данному устройству при изменении настроек расчета. Для сложных и протяженных участков ВЛ возможно дополнительное оснащение модуля измерителем тяжения. Контролировать параметры можно в виде графиков и числовых текущих значений. Программное обеспечение позволяет задать уставки, по которым будут происходить оповещения по заданному списку контактов при их превышении: «внимание» - при обнаружении роста гололеда и «опасность» при критическом уровне отложений, когда необходим постоянный мониторинг значений для принятия решения о начале плавки. Генерируется уведомление в Web-интерфейсе и формируется сообщение в ОИК диспетчерской службы в протоколе МЭК 60870-5-104 либо в других, установленных регламентом предприятия.

Опытная эксплуатация МДД в сетях АО «Башкирэнерго» в период с 2021 по 2022 год показала:

* схемотехнические решения позволяют устройству успешно функционировать в сложных погодных условиях при воздействии электромагнитных полей;
* данные системы соответствуют контрольным данным ранее установленной автоматизированной системы контроля гололедной нагрузки;
* высокая точность измерения угла провеса позволяет определять расчетным методом вес гололедных отложений;
* передаваемые модулем на сервер сбора данные о частоте и амплитуде колебаний провода позволяют оценить плотность отложений в соответствии с теоретическими расчетами;
* система фиксирует сброс гололедных отложений;
* система позволяет контролировать температуру провода в процессе проведения плавки.

Для получения эмпирической базы и доработки алгоритмов расчетов, мы готовы рассмотреть вопрос проведения опытной эксплуатации устройств на Ваших линиях.