***М.Р. Яруллин, асп.; рук. Р.Г. Минуллин д.ф.-м. н., проф.***

***(КГЭУ, г. Казань)***

**ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЦИОННОГО**

**МОНИТОРИНГА ГОЛОЛЕДА**

Аппаратура локационного зондирования ЛЭП с использованием разработанной технологии мониторинга гололеда внедрена на 4-х подстанциях (см. рис. 1) и успешно работает в течение нескольких лет, предоставляя объективную информацию о гололеде на проводах ЛЭП. Программно-аппаратный комплекс мониторинга гололеда может быть внедрен на российских и зарубежных подстанциях, где есть опасность образования гололеда на проводах ЛЭП.

C:\Users\Администратор\Desktop\Конференции\Конф Иваново\Рис 1 Докл 2.tif

Рис.1. Аппаратура локационного зондирования линий электропередачи, установленная на подстанциях: а – «Кутлу Букаш» (ОАО «Сетевая компания»); б – «Шкапово» (ОАО «Башки-рэнерго»); в – «Бугульма-500» (ОАО «Сетевая компания»); г – Баксан (ОАО «МЭС Юга»)

Аппаратура, установленная на данных подстанциях, используется не только для мониторинга состояния линий, но и для совершенствования локационного метода обнаружения гололеда.

С 1 февраля 2013 г. были проведены совместные сравнительные эксперименты по обнаружению гололеда локационным методом и методом взвешивания на ЛЭП 330 кВ «Баксан–Прохладная 2» (ОАО «МЭС Юга», Северный Кавказ). На рис. 2,а показаны изменения во времени запаздывания Δτ отраженного сигнала при зондировании ЛЭП 330 кВ «Баксан–Прохладная 2» локационным комплексом, разработанным в КГЭУ и использующим вышеописанную технологию локационного обнаружения гололеда на проводах. Показания P весовых датчиков, расположенных на расстояниях 1,3 км (опора № 243) и 29,3 км (опора № 134) от начала линии «Баксан–Прохладная 2», приведены на рис. 2,б и 2,в, соответственно.

Как видно на рис. 2,а, крупный гололед, образовавшийся по локационным данным на линии 2.02.2013 г. (А0), вызвал максимальное запаздывание сигнала Δτмакс = 1 мкс. Гололед повторился 3.02.2013 г. (Б0) с величиной Δτмакс = 4,5 мкс, а 4.02.2013 г. (В0) – с Δτмакс = 2,8 мкс.

Около опоры № 243 гололед 2.02–4.02.2013 г. не был обнаружен (рис. 2,б).

На опоре № 134 (рис. 2,в) гололед был зафиксировано 2.02.2013 г. (А2) с максимальной нагрузкой Pмакс = 10 кг, на другой день 3.02.2013 г. (Б2) с Pмакс = 20 кг, а на третий день 4.02.2013 г. (В2) с Pмакс = 40 кг.

В интервале 5.02–23.02.2013 г. (рис. 2,а,б,в) обнаруживались небольшие гололедные образования одновременно локационным методом (Г0, Д0, Е0, Ж0) и методом взвешивания на опоре №243 (Г1, Д1, Е1, Ж1) и опоре №134 (Г2, Д2, Е2, Ж2).

Следующее появление крупных гололедных отложений наблюдалось в интервале 24.02–27.02.2013 г. По данным локационного зондирования (рис. 2,а) гололед начал нарастать с полуночи 24.02.2013 г., отложения на линии достигли максимума в полдень 25.02.2013 г. (З0) с Δτмакс = 4,5 мкс. Потом на некоторых участках линии произошел сброс гололеда, затем рост гололеда продолжился до полудня 26.02.2013 г. (И0) с Δτмакс = 3,3 мкс. В это время началась плавка гололеда, (на рис. 2,а отмечено звездочкой). Принудительный сброс гололедных отложений в результате плавки произошел в полдень 26.02.2013 г. Однако рост гололедных отложений продолжался до полудня 27.02.2013 г. (К0) с Δτмакс = 2,5 мкс. Затем произошел естественный сброс гололедных отложений, и линия вернулась в свое штатное состояние.

C:\Users\Администратор\Desktop\Конференции\Конф Иваново\Рис 2 Докл 2.tif

Рис. 2. Сравнение регистраций гололедных отложений на линии 330 кВ «Баксан–Прохладная 2» (Северный Кавказ): а – методом локационного зондирования (измеряется запаздывание Δτ); б, в – методом взвешивания проводов ( измеряется вес P гололедной муфты в одном пролете); овалами обозначены регистрации гололедных образований; \* – момент начала плавки гололеда

По данным весовых датчиков на опоре № 243 (рис. 2,б) гололедное отложение постепенно нарастало до момента его плавки в полдень 26.06.2013 г. (И1). После плавки гололед продолжал медленно нарастать (К1). Затем в полдень 27.02.2013 г. отложения исчезли естественным путем.

Как видно из сравнения рис. 2,а и 2,б, общая динамика изменения величины гололедных отложений в обеих регистрациях примерно одинакова. Но в деталях есть различия, т.к. при локационном зондировании контролируется вся линия, а весовые датчики контролируют только один пролет линии, где гололеда из-за его локальности может и не быть.

Сравнение показаний датчиков на опорах № 243 и № 134 на рис. 2,б и 2,в показывает, что гололедные отложения, обнаруживаемые датчиком на опоре № 243, не обнаруживаются датчиком на опоре № 134 (и наоборот) из-за неравномерности гололедного отложения. При локационном зондировании все возникшие гололедные отложения А0 – К0 фиксируются четко (рис.2,а).

Можно считать, что локационный метод обнаружение гололеда является более объективным и более информативным, чем метод взвешивания проводов. Определение места и толщины стенки гололеда, ведущего к аварии ЛЭП, осуществляется с использованием технологии описанной выше [1-3].

**Библиографический список**

1. Минуллин Р.Г. , Касимов В.А., Яруллин М.Р., Аскаров Р.Р., Губаренко В.П. Сравнение систем обнаружения гололеда на линиях электропередачи, использующих методы взвешивания проводов и локационного зондирования. //Научные труды IV Международной научно-технической конференции «Энергетика глазами молодежи». Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова, 2013. Т. 2. С. 514–518.

2. Минуллин Р.Г., Абдуллазянов Э.Ю., Касимов В.А., Яруллин М.Р. Современные методы обнаружения гололеда на проводах воздушных линий электропередачи. Часть 1. Методы прогнозирования и взвешивания проводов. // Известия ВУЗ. Проблемы энергетики. 2013. № 7–8. С. 68–78.

3. Минуллин Р.Г., Абдуллазянов Э.Ю., Касимов В.А., Яруллин М.Р. Современные методы обнаружения гололеда на проводах воздушных линий электропередачи. Часть 2. Локацион-ный метод. // Известия ВУЗ. Проблемы энергетики. 2013. № 9–10. С. 50–58.