

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ УТВОРЕННЯ ОЖЕЛЕДІ НА ПЛ

Савченко О. А., Дюбко С. В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведено аналіз існуючих автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на повітряних лініях електропередавання та виявлені перспективні шляхи їх вдосконалення.

Постановка проблеми. В Україні систематично спостерігаються пошкодження повітряних ліній електропередавання (ПЛ), що викликані впливом ожеледних і вітрових навантажень. В деяких областях, особливо в західній і південній частинах України, відмічається збільшення пошкоджуваності ПЛ, що можна пояснити загальною тенденцією зростання частоти виникнення екстремальних погодних явищ, у тому числі випадків утворення значних ожеледно-паморозевих відкладень (ОПВ).

Так, наприклад, 27 – 28 листопада 2000 р. внаслідок сильної ожеледі, що супроводжувалась поривами вітру, спостерігались масові пошкодження ПЛ, які викликали порушення діяльності майже п'яти тисяч населених пунктів в 12 областях України. Товщина стінки ожеледі на ПЛ досягала 200 мм. Було пошкоджено 5 ПЛ 750 кВ, 12 ПЛ 330 кВ, одну міждержавну ПЛ 110

кВ. Повністю або частково було зруйновано 54 металевих опори 750 кВ, 245 залізобетонних і металевих опор 330 кВ і 141 залізобетонну опору 110 кВ, мали місце масові обриви проводів і тросів, руйнування гірлянд ізоляторів та ін. Загальний збиток для НЕК "Укренерго" становив більше 68 млн грн.

В середині грудня 2009 р. у Кримській електроенергетичній системі в районі м. Красноперекопська мали місце складні метеорологічні умови, що супроводжувались утворенням ожеледі на проводах ПЛ. Спостерігалось інтенсивне галоупування проводів. Через це були зруйновані 16 металевих проміжних опор ПЛ 330 кВ. На ПЛ 330 кВ "Каховська-Островська" товщина ожеледної муфти становила близько 100 мм на проводах і більше 50 мм на тросах, опорах та ізоляторах (рис. 1).

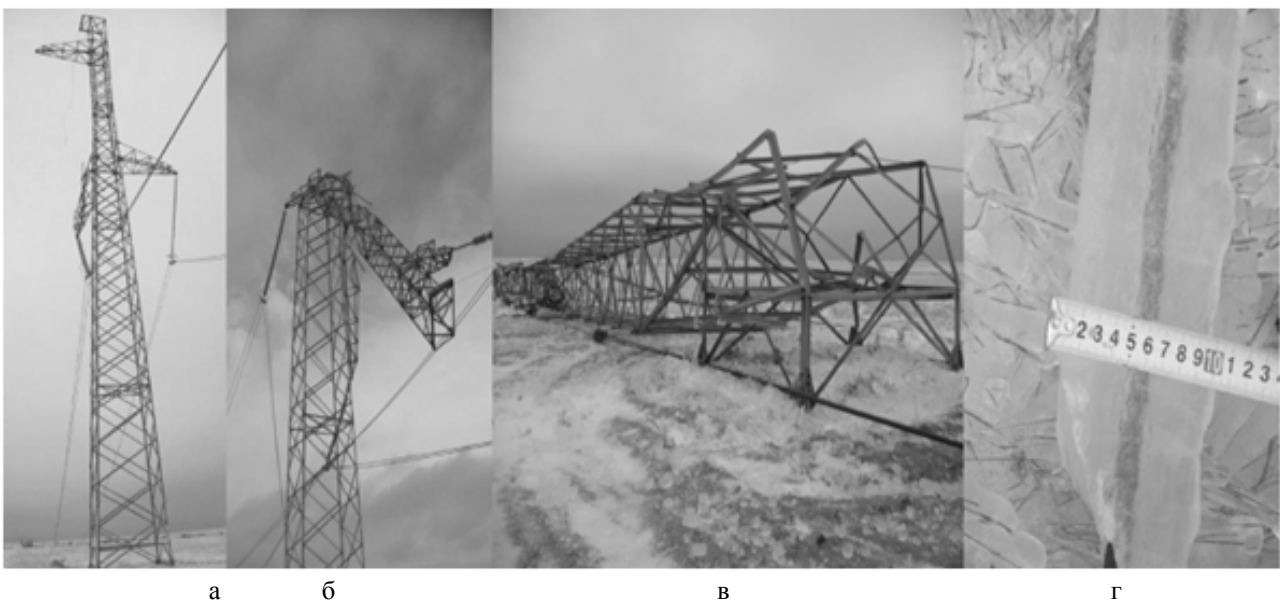


Рисунок 1 – Аварії, спричинені відкладанням ожеледі на проводах ПЛ 330 кВ:
а – руйнування траверси; б, в – руйнування проміжної опори; г – муфта ожеледі на проводі ПЛ.

Загальноприйнятим підходом запобігання пошкоджень ПЛ від дії ОПВ є застосування схем плавлення на основі змінного або постійного струму [1, 2]. Для ефективного плавлення ОПВ існує потреба у використанні на ПЛ автоматизованих систем контролю утворення ожеледі (АСКУО), які забезпечують моніторинг процесів утворення та плавлення ОПВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день у світі знаходять широке застосування різні системи моніторингу ПЛ, що забезпечують системного оператора детальною інформацією про поточний стан повітряних мереж електропостачання [3–8].

Одним з прикладів таких систем є автоматизована інформаційна система контролю ожеледного навантаження [3]. Дана система призначена для

раннього виявлення ожеледі на проводах ПЛ, контролю величини навантаження та ряду метеопараметрів (температури, вологості, напрямку і швидкості вітру) в місці встановлення пункту контролю. Додатково система дозволяє контролювати температуру проводів, а також забезпечувати отримання фото- і відеоданих з встановлених на опорі відеокамер. Система може використовуватись в регіональних інформаційних системах з будь-якою кількістю пунктів контролю на опорах ПЛ 10-500 кВ з передачею даних на диспетчерські пункти прийому та можливістю відображення даних на необмеженій кількості терміналів.

В якості каналів передачі інформації в даній системі можуть використовуватись:

- радіоканал з типом модуляції FFSK;
- GSM-зв'язок;
- волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ);
- супутниковий канал зв'язку.

До складу пункту контролю, який встановлюється на ПЛ, входять:

- мікропроцесорний лінійний перетворювач;
- датчики контролю: датчики-перетворювачі ожеледного навантаження; датчики-перетворювачі температури і вологості повітря; датчики-перетворювачі напрямку і швидкості вітру; датчики несанкціонованого доступу в шафу пункту контролю; датчики температури проводу;
- пристрій передачі даних (в залежності від модифікації):
 - радіомодем з радіостанцією;
 - GSM-модем;
 - оптичний перетворювач;
 - контролер супутникового зв'язку;
- антена (для пристроїв передачі даних по ефіру);
- пристрій підзарядки - інтелектуальний зарядний пристрій;
- акумуляторна батарея;
- джерело зарядного струму (в залежності від типу ПЛ):
 - модуль сонячних батарей;
 - трансформатор напруги;
 - пристрій відбору потужності.

Ще одним прикладом системи моніторингу ПЛ є система CAT-1, яка розроблена американською компанією The Valley Group, Inc [4]. На даний час у світі використовується понад 300 систем типу CAT-1. Система в режимі реального часу забезпечує моніторинг погодних умов. Основний модуль системи монтується на опорі ПЛ. В якості датчиків вимірювання натягу проводів використовуються тензодатчики, які встановлюються між ізолятором і траверсою. Основний модуль CAT-1 містить блок електроніки з вбудованим модемом та антеною для передачі даних. Для забезпечення безперервної роботи модуля використовується акумуляторна батарея, зарядний пристрій і панель сонячної батареї. Незважаючи на незначну кількість контрольованих величин, за рахунок використання алгоритмів розрахунку система забезпечує моніторинг багатьох корисних параметрів ПЛ, наприклад

стріли провисання проводів та механічного напруження в них.

Аналіз існуючих автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на ПЛ показав, що більшість з них характеризується приблизно однаковим набором функціональних можливостей. Найвні відмінності пов'язані лише з елементною базою.

Мета статті. Виявлення перспективних шляхів вдосконалення автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на повітряних лініях електропередавання.

Основні матеріали дослідження. Для енергетики отримання інформації про ОПВ є актуальним першочерговим завданням. Питанням вивчення фізичних процесів і ролі окремих метеофакторів під час утворення ожеледі, а також їх зв'язку з синоптичним станом атмосфери в цілому, присвячений ряд робіт, в яких основна увага приділяється впливу локальних, мікрокліматичних особливостей, що залежать від фізико-географічного характеру місцевості. Але для ефективного управління роботою електромереж під час різних погодних умов енергетичним компаніям потрібні достовірні метеорологічні дані в режимі реального часу. Для контролю можуть використовуватися як метеорологічні станції, що працюють в автономному режимі, так і набір дистанційних датчиків, змонтованих на опорах.

Для забезпечення ефективності боротьби з ОПВ на ПЛ автоматизована система контролю утворення ожеледі повинна забезпечувати:

1. Раннє виявлення ожеледі та сигналізацію.
2. Збір і первинну обробку поточних даних про ожеледно-вітрову ситуацію.
3. Прогноз збільшення ожеледного навантаження.
4. Розрахунок механічних параметрів лінії (тяжіння, механічне напруження в проводі, габарити).
5. Розрахунок часу плавлення ожеледі на ПЛ за поточних і прогнозованих кліматичних умов.
6. Визначення рекомендованої черговості плавлення ожеледі на ПЛ енергорайону з урахуванням швидкості наростання відкладень і відповідальності лінії.

Для завчасного визначення виду ОПВ та його очікуваних розмірів, доцільно доповнити систему моніторингу функцією прогнозування, яка дозволяє на основі даних моніторингу спрогнозувати появу ожеледних відкладень на лінії електропередавання з визначенням ймовірності і часу виникнення, а також виду і розмірів відкладень. Дана функція може бути реалізована на основі нейромережевого моделювання, яке базується на числовому аналізі експериментальних даних, отриманих під час періодів утворення відкладень ожеледі на ПЛ. Такий підхід характеризується високою гнучкістю, здатністю обробляти нечітку недостовірну інформацію, адаптуватися до мінливих умов функціонування, а також здатністю до навчання і самонавчання. Реалізація даної функції АСКУО є перспективним напрямком досліджень.

В літній період року АСКУО дозволить більш повно використовувати навантажувальну здатність ПЛ

за рахунок визначення граничних струмових навантажень для конкретних кліматичних умов. Можливі два основні способи визначення граничних навантажень: безпосередній і непрямий. У першому випадку температура проводу вимірюється спеціальними датчиками в контрольних точках лінії, після чого інформація передається диспетчеру, відповідальному за ведення режиму роботи лінії. У другому випадку температура проводу визначається розрахунковим шляхом.

Висновки. Впровадження автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на ПЛ дозволяє підвищити ефективність плавлення відкладень та запобігти масовим пошкодженням ліній. Реалізація функції прогнозування утворення ОПВ забезпечує можливість завчасної підготовки персоналу електромереж до проведення плавлення відкладень, дозволяє визначити черговість плавлень на взаємопов'язаних ПЛ. В літній період року АСКУО доцільно використовувати для збільшення пропускної здатності ПЛ за рахунок контролю температури нагрівання проводів в режимі реального часу.

Список використаних джерел

1. Черемісін М. М. Обґрунтування параметрів схем плавлення ожеледі на ПЛ 6–10 кВ розподільних електричних мереж на основі нечіткого моделювання / М. М. Черемісін, І. П. Білаш, О. А. Савченко // *Енергетика та електрифікація*. – 2010. – № 9. – С. 33–37
2. Білаш І. П. Зняття ожеледі на коротких ділянках повітряних ліній електропередавання 6–10 кВ / І. П. Білаш, М. І. Гончар, О. А. Савченко // *Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України"*. – 2007. – Вип. 57. – Т.1. – С. 42–48.
3. Описание и разработка АИСКГН [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://blice.ru/system>
4. Современные технологии мониторинга воздушных электросетей ЛЭП [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://controleng.ru/otraslevye-resheniya / sovremennyye - e - tehnologii - monitoringa vozdushny-h-e-lektrosetej-le-p/>
5. Башкевич В. Я. Мониторинг гололедно-ветровых и температурных нагрузок воздушных линий электропередачи / В. Я. Башкевич, Г. Г. Угаров // *Материалы международной НТК "Электроэнергия и будущее цивилизации"* – Томск, ТГУ, 2004.
6. Левченко И. И. Программный комплекс для расчета и управления режимом плавки гололеда на ВЛ электропередачи. / И. И. Левченко, Е. И. Сацук // VII Симпозиум "Электротехника 2010", 2003. – Том1, 2.21.
7. Левченко И. И. Программное обеспечение системы обнаружения и плавки гололеда на ВЛ 10–500 кВ. / И. И. Левченко, Е. И. Сацук // *Известия вузов. Электромеханика*. – 2002. – № 6.
8. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах / [Левченко И. И., Засыпкин А. С., Аллилуев А. А., Сацук Е. И.] – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. – 430 с.
9. Білаш І. П. Задачі моніторингу повітряних ліній електропередавання в ожеледних районах / І. П. Білаш, О. А. Савченко, О. В. Пархоменко // *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2011. – вип. 117. – С.13–15
10. Пат. 91310 Україна, МКВ Н 02 Н 7/00. Пристрій для контролю навантаження ліній електропередачі від ожеледі / Черемісін М. М., Зубко В. М., Пархоменко О. В., Булага В. В., Хоменко В. И., Гриценко А. В. – № 200910600; Заявл. 19.10.09; Опубл. 12.07.10, Бюл. № 13 – 6 с.
11. Черемісін М. М. Ефективність моніторингу повітряних ліній електропередавання в ожеледних районах / М. М. Черемісін, С. В. Попов, О. А. Савченко, К. О. Шкуро, О. В. Пархоменко // *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. – 2013. – № 2(15). – С. 261–264.
12. Савченко О. А. Тактика поведінки персоналу електричних мереж в умовах утворення ожеледі на ПЛ / О. А. Савченко, С. М. Дудніков // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – 2013. – Вип. 13. – Т.5. – С. 58–61.
13. Груба Г. И. Мониторинг параметров гололедной ситуации в электрических сетях ПАО "Крымэнерго" / Г. И. Груба, О. В. Пархоменко, В. В. Булага, В. И. Хоменко, А. В. Гриценко, Н. М. Черемисин, А. А. Савченко // *Энергетика и электрификация*. – 2012. – № 2. – С. 31–35

Аннотация

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГОЛОЛЕДА НА ВЛ

Савченко О. А., Дюбко С. В.

Проведен анализ существующих систем контроля образования гололеда на воздушных линиях электропередачи и выявлены перспективные пути их совершенствования.

Abstract

PERSPECTIVE WAYS OF IMPROVEMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF THE FORMATION ICE ON POWER LINES

O. Savchenko, S. Diubko

The analysis of existing automated control systems the formation of ice on overhead power lines and identified promising ways to improve them.