

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ УТВОРЕННЯ ОЖЕЛЕДІ
НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ

Єрмак Д. А., аспірант, e-mail: Golf9292ua@gmail.com
Савченко О. А., к.т.н., доц., e-mail: savoa@btu.kharkiv.ua
Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Повітряні лінії електропередавання (ПЛ) працюють в умовах впливу на них численних експлуатаційних і метеорологічних факторів. Найбільш небезпечними є екстремальні метеорологічні впливи у вигляді сполучень ожеледних та вітрових навантажень на проводи та грозотроси ПЛ. Такі впливи є випадковими метеорологічними явищами, які, як правило, одночасно охоплюють великі райони, мають масовий характер і тому приносять значні матеріальні збитки. Статистичні дані показують, що середній період повторюваності масових ожеледно-вітрових аварій в розподільних електричних мережах України складає 10 років. Без електричної енергії на декілька діб залишаються цілі райони електричних мереж. Найефективнішим способом запобігання ожеледно-вітрових аварій є плавлення відкладень. Ефективність плавлення визначається не тільки режимом плавлення, але й своєчасністю його початку та закінчення, його оптимальною тривалістю та можливістю регулювання струму плавлення. Для задоволення цих вимог ПЛ повинна бути оснащена автоматизованою телеметричною системою контролю процесу утворення ожеледі, яка здатна в масштабі реального часу забезпечувати персонал електромереж інформацією про стан контрольованих елементів лінії та параметри метеорологічних впливів на ПЛ.

Мета досліджень. Метою дослідження є формулювання загальних принципів побудови автоматизованих телеметричних систем контролю процесу утворення ожеледі.

Основні матеріали досліджень. Автоматизована система контролю процесу утворення ожеледі повинна бути складовою частиною більш функціональної автоматизованої системи моніторингу ПЛ (АСМ), яка дозволить контролювати механічні й електричні параметри лінії в умовах мінливого зовнішнього середовища. Це дасть можливість у більшій мірі використовувати закладені ресурси ПЛ (механічні, електричні), а також приймати адекватні керуючі рішення в нормальному та аварійних режимах (плавлення ожеледі, регулювання потужності, що передається, і т.д.).

Основними вимогами при побудові АСМ необхідно вважати такі:

- розробка та використання сучасних технічних засобів збору, передачі й обробки інформації;
- розробка багатофункціонального гнучкого програмного забезпечення, сумісного з існуючими програмними засобами;
- модульний вигляд системи, що дозволяє інтегрувати її в загальну автоматизовану систему керування технологічним процесом передачі електричної енергії.

В ожеледних районах АСМ повинна мати наступні специфічні функціональні можливості:

1. Короткостроковий і довгостроковий прогнози виникнення ожеледно-паморозевих відкладень (ОПВ) на ПЛ із визначенням імовірності виникнення, часу виникнення, наростання й існування, а також виду, розмірів відкладень і супутніх метеопараметрів (із залученням даних Гідрометеослужби).

2. Раннє виявлення утворення ожеледі, а також початку інтенсивного галопування проводів, сигналізація, збір і первинна обробка поточних даних про ожеледно-вітрову ситуацію в режимі реального часу (температура й вологість повітря, напрямок і швидкість вітру, розпізнавання виду ОПВ, щільність відкладень, швидкість їх наростання, розміри й вага відкладень). Можливе доповнення інформаційної картини відео- і фотоданими.

3. Розрахунок прогнозних параметрів режиму плавлення ожеледі (визначення моментів вмикання й вимикання схеми, черговості плавлень, величини струму й часу плавлень на кожній із взаємозалежних ліній (ділянок ліній), кількості ліній (ділянок ліній) з одночасним плавленням відкладень, кількості циклів плавлень з наступним коригуванням за поточними даними.

4. Розрахунок механічних параметрів лінії у режимі реального часу (тяжіння, механічного напруження в проводах, габаритів).

5. Архівування даних про ожеледно-вітрову ситуацію та параметри ПЛ з метою подальшого аналізу й накопичення досвіду.

Таким чином, програмне забезпечення АСМ в ожеледних районах повинне включати технологічні й прикладні програми.

Технологічні програми забезпечують функціонування апаратної частини системи.

До прикладних програм відносяться:

- програма обробки і представлення прогнозних і поточних даних про ожеледно-вітрову ситуацію та параметри ПЛ;
- програма розрахунку параметрів режиму плавлення ожеледі з коригуванням у режимі реального часу;
- програма архівування даних.

Очевидно, що при розробці систем контролю утворення ожеледі необхідно прагнути до максимально можливого рівня автоматизації процесів моніторингу ПЛ та плавлення ожеледних відкладень, що дозволить мінімізувати роль людського фактору та підвищити загальну ефективність роботи таких систем.

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 АСМ є перспективним напрямком досліджень.

Висновок. Встановлено, що в ожеледних районах загальна автоматизована система керування технологічним процесом передачі електричної енергії повинна доповнюватись підсистемою контролю утворення ожеледі на ПЛ, до функціональних можливостей якої входять прогнозування виникнення та моніторинг процесу наростання ожеледних відкладень, розрахунок параметрів режиму плавлення ожеледі на ПЛ та керування цим режимом, розрахунок механічних параметрів ліній.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Zhang Z, Zhang H, Yue S, Zeng W. A Review of Icing and Anti-Icing Technology for Transmission Lines. *Energies*. 2023; 16(2):601. <https://doi.org/10.3390/en16020601>

2. CIGRE WG B2.29, “Systems for prediction and monitoring of ice shedding, anti-icing and de-icing for power line conductors and ground wires”, TB 438, December 2010.

3. CIGRE WG B2.44, “Coatings for Protecting Overhead Power Network Equipment in Winter Conditions”, TB 631, September 2015.

4. M. Radojic, K. Halsan, I. Gutman, A. Dornfalk, L. Carlshem, and L. Wallin, “Comparative testing of different anti-ice coatings for overhead line conductors with special focus on ice accretion, RIV and visual impact”, IWAIS-2013, St. John’s, NL, Canada, 8-11 September 2013, Session 1, p. 13-18.