

УДК 621.315.175

## ТАКТИКА ПОВЕДІНКИ ПЕРСОНАЛУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ УТВОРЕННЯ ОЖЕЛЕДІ НА ПЛ

Савченко О.А., к.т.н.,

Дудніков С.М., к.т.н.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

Тел. (095) 714-91-24

**Анотація** – запропоновано комплексний підхід щодо тактичних дій персоналу електричних мереж в умовах утворення ожеледі на групі взаємозв’язаних за режимом плавлення повітряних ліній електропередавання.

**Ключові слова** – повітряна лінія електропередавання, режим плавлення ожеледі, тактичні дії персоналу, автоматизована система контролю за утворенням ожеледі.

*Постановка проблеми.* 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 грозотриси ПЛ. Найефективнішим способом запобігання ожеледно-вітрових аварій на ПЛ є плавлення відкладень. Ефективність плавлення багато в чому визначається організацією даного процесу. Особливо це стосується плавлення ожеледі на групі взаємозв’язаних за режимом плавлення ПЛ. Плавлення ожеледі на таких ПЛ можна проводити лише по чергово, що пов’язано з обмеженою пропускною здатністю комірки плавлення, силового трансформатора підстанції та електросилової установки плавлення ожеледі. Для групи ПЛ потрібне передчасне вмикання схеми плавлення для недопущення перевищення нормативних навантажень від ожеледі на останніх за чергою ПЛ. В такому випадку виникає необхідність у прийманні рішень стосовно моментів вмикання схем плавлення на кожній лінії, черговості плавлень. Таким чином, існує потреба у розробленні тактики поведінки персоналу електричних мереж в умовах утворення ожеледі на групі взаємозв’язаних за режимом плавлення ПЛ.

*Аналіз останніх досліджень.* В [1] наведено методика визначення моментів вмикання схем плавлення ожеледі на ПЛ. До недоліків

даної методики необхідно віднести відсутність критерію приймання рішення про необхідність вмикання схеми плавлення та низьку точність, що пов'язано з використанням в розрахунках середнього часу плавлення ожеледі на ПЛ, розрахункової інтенсивності утворення відкладень. В [2] в найбільш загальному вигляді описано підхід до тактики поведінки персоналу в ожеледній ситуації, який базується на використанні теорії масового обслуговування. Важливою перевагою даного підходу є можливість урахування значимості кожної з ліній. Зазначений метод характеризується незавершеністю, хоча може вважатись перспективним. Таким чином, існуючі підходи в цілому є застарілими. Вони не дозволяють використовувати сучасні інформаційні технології, які забезпечують можливість моніторингу параметрів метеоситуації в режимі реального часу, а також їх прогнозування.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є розроблення комплексного підходу щодо тактичних дій персоналу електричних мереж в умовах утворення ожеледі на ПЛ, що базується на сучасних інформаційних технологіях.

*Основна частина.* Для приймання рішення про необхідність передчасного вмикання схеми плавлення потрібно знати прогнозований розмір відкладень даного виду по закінченні періоду наростання. На сьогоднішній день таке прогнозування здійснюється із залученням Гідрометеослужби. В таблиці 1 наведена класифікація прогнозованих розмірів відкладень. Як видно, таке прогнозування є досить приблизним.

Таблиця 1–Класифікація ожеледних ситуацій за прогнозованим розміром відкладень

Вид відкладення	Товщина стінки відкладення на проводі діаметром 10 мм для категорії відкладення		
	слабке	помірне	сильне
Ожеледь та складне відкладення	< 1	1-8	> 8
Паморозь	< 8	> 8	> 8
Мокрий сніг	< 1	1-8	> 8

Більш точно дане прогнозування може бути виконане з використанням моделей на основі штучних нейронних мереж [3]. Вхідними даними такої моделі є статистичні дані, отримані від автоматизованої системи контролю за утворенням ожеледі [4] під час попередніх випадків утворення відкладень на ПЛ.

В якості критичного значення навантаження від ожеледі, за якого виникає потреба у вмиканні схеми плавлення, рекомендується приймати значення, що дорівнює половині від нормативного [2]. Максимально допустиме навантаження може уточнюватись за конкретними даними ПЛ (наявність частотої вібрації, зношеність ПЛ, величина коефіцієнта запасу надійності). Таким чином, враховуючи наявність

похибки прогнозу, в першому наближенні рішення про передчасне вмикання схеми плавлення може прийматись при виконанні умови

$$q_{\text{прог.сер.}} \geq k_{\text{кр.сер.}} \cdot q_{\text{норм.сер.}}, \quad (1)$$

де  $q_{\text{прог.сер.}}$  – середнє для групи взаємозв'язаних ПЛ прогнозоване навантаження від ожеледі;

$q_{\text{норм.сер.}}$  – середнє нормативне навантаження від ожеледі для ПЛ;

$k_{\text{крит.сер.}}$  – середнє критичне значення відношення прогнозованого та нормативного навантажень для групи ПЛ.

Після приймання рішення про необхідність передчасного вмикання схеми плавлення виникає задача визначення моментів вмикання плавлення на кожній ПЛ та порядку чергування ПЛ при плавленні. Дана задача може бути вирішена на основі удосконалення існуючого підходу, який базується на використанні теорії масового обслуговування [2]. На відміну від існуючого підходу, в пропонованому рекомендується використати критерії мінімуму витрат електроенергії на плавлення та мінімуму збитків внаслідок перерв в електропостачанні споживачів. Для цього необхідне розроблення відповідних математичних моделей. При почерговому плавленні за весь період наростання відкладень навантаження не повинно перевищувати нормативних значень. В розрахунках часу плавлення пропонується використовувати дійсні значення метеопараметрів для кожної ПЛ, які повинні оновлюватись на основі даних автоматизованої системи контролю за утворенням ожеледі після кожного циклу плавлень. Додатковим критерієм у визначенні порядку чергування плавлень є зменшення ризику пошкодження ПЛ (в першу чергу плавлення проводять на лініях з меншим коефіцієнтом запасу надійності, орієнтованих перпендикулярно до напрямку вітру, більш зношених).

Встановлення факту опадання відкладень з проводів ПЛ під час плавлення повинно здійснюватись за даними автоматизованої системи контролю за утворенням ожеледі.

*Висновки.* Запропоновано комплексний підхід щодо тактичних дій персоналу електричних мереж в умовах утворення ожеледі на ПЛ. Встановлено, що розроблення математичних моделей, які дозволять реалізувати запропонований підхід, доцільно здійснювати на основі апарату теорії масового обслуговування. При цьому необхідно передбачати використання даних, що отримані від автоматизованої системи контролю за утворенням ожеледі на ПЛ.

#### Література

1. Плавка гололеда в электрических сетях: материалы всесоюз. совещ. – Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1970. – 171с.

2. Плавка гололеда на ВЛЭП: материалы II всесоюз. совещ. / под общ.ред. к.т.н. *Ф. Х. Усманова* и инж. *А.Л. Лившица*. – Уфа: Башк. книж. из-во, 1975. – 186с.

3. *Попов С.В.* Специализированные архитектуры искусственных нейронных сетей на базе гибридных нейроподобных элементов / *С.В.Попов* // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2009. – №33, т. 2. – С. 76-82.

4. Мониторинг параметров гололедной ситуации в электрических сетях ПАО «Крымэнерго» / [*Г.И. Груба, О.В. Пархоменко, В.В. Булагата* ин.] // Электрические сети и системы. – 2012. – №1.– С.34-38.

5. *Башкевич В.Я.* Мониторинг гололедно-ветровых температурных нагрузок воздушных линий электропередачи/ *В.Я.Башкевич, Г. Г. Угаров* // Материалы международной НТК «Электроэнергия и будущее цивилизации». – Томск: ТГУ, 2004.– С.44-46.

## **ТАКТИКА ПОВЕДЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ГОЛОЛЕДА НА ВЛ**

Савченко А.А., Дудников С.Н.

### *Аннотация*

**Предложен комплексный подход относительно тактических действий персонала электрических сетей в условиях образования гололеда на группе взаимосвязанных по режиму плавки воздушных линий электропередачи.**

## **TACTICS OF BEHAVIOR OF PERSONNEL OF ELECTRIC NETWORKS IN THE CONDITIONS OF FORMATION OF ICE-STORM ON OVERHEAD POWER LINES**

O. Savchenko, S. Dudnikov

### *Summary*

**It is offered a complex approach of tactical actions of personnel of electric networks in the conditions of formation of ice-storm on a group associate on the mode of melting of overhead power lines.**