

УДК 621.314.175

Олександр Козловський, Максим Кубкін

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

**ОБГРУНТУВАННЯ УМОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЯВИ
ОЖЕЛЕДНО-ПАМОРОЗЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ПРОВОДАХ
ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**

Alexandr Kozlovskij, Maxim Kubkin

**THE SUBSTANTIATION OF THE FORECASTING CRITERION FOR THE
OCCURENCE OF ICE ACCREATION ON OVERHEAD TRANSMISSION LINES**

Захистити повітряні лінії електропередачі (ПЛЕ) від наднормативних ожеледних навантажень можливо шляхом плавки ожеледі. Однак, її успішність значно залежить від своєчасності проведення. Огляд відомих інструментальних методів прогнозування часу початку обледеніння проводів ПЛЕ виявив, що вони є неточними і малоефективними внаслідок неможливості врахування всієї сукупності метеофакторів, а головне – параметрів безпосередньо поверхні проводу ПЛЕ, які можуть суттєво відрізнитися від параметрів датчиків-аналогів проводу. Для створення більш точного прогнозу була висунута гіпотеза: за зміною величини енергії витраченої на *штучне* охолодження, можливо оцінити, коли відбудеться *природний* фазовий перехід «вода-лід» на проводі.

Доведення гіпотези побудовано на розгляді теплового балансу циліндра, що еквівалентний відрізка проводу ПЛЕ:

$$mc_{\text{екв}} \frac{d}{d\tau} t(\tau) = P_j - P_{fr} - h_c S [t(\tau) - t_a] - m_w c_w [t(\tau) - t_{dr}] S_{\text{пр}}, \quad (1)$$

де m – маса проводу; $c_{\text{екв}}$ – еквівалентна теплоємність проводу; P_j – потужність внутрішніх джерел нагріву; P_{fr} – потужність внутрішніх джерел охолодження; h_c – усереднений коефіцієнт теплообміну; S – площа поверхні проводу; $t(\tau)$ – температура проводу в момент часу τ ; t_a – температура повітря; m_w , c_w – відповідно, маса та питома теплоємність води; $S_{\text{пр}}$ – площа проекції поверхні проводу, t_{dr} – температура крапель дощу.

Рівняння (1) дає змогу визначити зміну температури проводу в часі. Останнє, в свою чергу, дає можливість отримати значення часу охолодження τ_{fr} , при якому провід досягне температури обледеніння t_{fr} , яка є інтегральним параметром навколишнього середовища:

$$\tau_{fr} = -T_0 \ln \left(1 - \frac{\Delta T}{\Theta_{\text{уст}}} \right); \quad (2)$$

де T_0 – стала часу охолодження проводу; $\Delta T = t_{fr} - t(0)$; $\Theta_{\text{уст}} = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \Theta(\tau) = \lim_{\tau \rightarrow \infty} [t(\tau) - t(0)]$.

З рівняння (2) можливо зробити наступні висновки: 1) τ_{fr} функціонально залежить від ΔT і відповідно від t_{fr} ; 2) чим ближче система до фазового переходу (чим менше значення ΔT), тим менше буде значення енергії штучного охолодження ($W_{fr} = P_{fr} \tau_{fr}$): $\Delta T \rightarrow 0 \Rightarrow \tau_{fr} \rightarrow 0$.

На основі останньої умови розроблено спосіб прогнозування часу живого обледеніння конкретного проводу ПЛЕ, що дасть можливість зменшити час прийняття рішення, щодо проведення заходів захисту ПЛЕ від ожеледно-паморозевих відкладень.