

## ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ СПОЖИВАЧА

У разі встановлення розрахункових засобів обліку не на межі розподілу балансової належності електромереж значення обсягу електричної енергії, визначеного за показами такого засобу обліку, приводиться до відповідної межі балансової належності електромереж, а саме, втрати електричної енергії на ділянці мережі від точки обліку до точки вимірювання відносяться на рахунок організації, на балансі якої перебуває зазначена ділянка мереж.

Для проведення розрахунків втрат електроенергії в елементах технологічної мережі Споживача за наявності зустрічних компенсуючих перетікань реактивної потужності, при урахуванні транзитних перетікань реактивної електроенергії, необхідності дольового розподілу втрат, визначенні розрахункових значень перетікань реактивної електроенергії (в разі відсутності засобів обліку реактивної електроенергії) в точках обліку на межі балансового розділу мереж та при виконанні розрахунків в умовах складних розгалужених мереж Споживача слід керуватися діючими методичними рекомендаціями, затвердженими центральним органом виконавчої влади, що здійснює управління в електроенергетиці.

Для визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання застосовуються «Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання» затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21 червня 2013 року № 399 (далі – Методичні рекомендації). Розрахунок втрат проводиться для схеми нормального режиму.

Обсяг електричної енергії, спожитої Основним споживачем та субспоживачем, визначається залежно від порядку (схеми) приєднання засобів обліку з урахуванням втрат електричної енергії, пов'язаних із спільним використанням технологічних електричних мереж Основного споживача.

Технологічні втрати електричної енергії в мережах споживача розподіляються між суб'єктами господарювання пропорційно обсягу переданої цими мережами належної електричної енергії відповідним суб'єктам господарювання, включаючи споживача-власника цих мереж.

Кількість активної електричної енергії  $W_c^{(P)}$  у кВт·год та кількість реактивної енергії  $W_c^{(Q)}$  у кВАр·год за період часу від  $T_1$  до  $T_2$ , яка перетікає через межу балансової належності, обчислюють за різницею показів лічильника в кінці та на початку цього періоду часу за формулами:

$$W_c^{(P)} = W^{(P)} \pm \Pi^{(P)}$$

$$W_c^{(Q)} = W^{(Q)} \pm \Pi^{(Q)}$$

де  $W^{(P)}, (W^{(Q)})$  – кількість активної (реактивної) електричної енергії за період часу від  $T_1$  до  $T_2$ , яку визначено за показами лічильників електричної енергії, кВт·год (кВАр·год);

$\Pi^{(P)}, (\Pi^{(Q)})$  – поправка до кількості активної (реактивної) електричної енергії, які обумовлені незбігом точки вимірювання електричної енергії з межею балансової належності елементів електричної мережі, кВт·год (кВАр·год);

Знак "+" ставлять у випадках, якщо у напрямку передачі електричної енергії точку вимірювання встановлено після межі балансової належності елементів електричної мережі і ділянка мережі від межі балансової належності до точки вимірювання знаходиться на балансі споживача (субспоживача);

Знак "-" ставлять у випадках, якщо точку вимірювання електричної енергії встановлено до межі балансової належності елементів електричної мережі і ділянка мережі від межі балансової належності до точки вимірювання знаходиться на балансі електропередавальної організації (основного споживача).

Визначення втрат електричної енергії відбувається за рівня інформаційного забезпечення визначення втрат А (рівень А) або рівня інформаційного забезпечення визначення втрат Б (рівень Б).

Рівень А - визначення втрат електричної енергії за умов, коли вимірювання обсягів електричної енергії здійснюється з використанням лічильників інтегрального типу.

Рівень Б - визначення втрат електричної енергії за умов, коли вимірювання обсягів електричної енергії здійснюється з використанням лічильників інтервального типу за допомогою засобів локального устаткування збору та обробки даних та/або автоматизованих систем обліку електричної енергії, прийнятих у промислову (постійну) експлуатацію відповідно до вимог діючих нормативних документів.

За рівня інформаційного забезпечення А поправки розраховують за формулами:

$$\Pi^{(P)} = \Delta W^{(P)}_T + \Delta W^{(P)}_{II} + \Delta W^{(P)}_P + \Delta W^{(P)}_K + \Delta W^{(P)}_{Гк}$$

$$\Pi^{(Q)} = \Delta W^{(Q)}_T + \Delta W^{(Q)}_{II} + \Delta W^{(Q)}_P,$$

де  $\Delta W^{(P)}_T$  - втрати активної енергії в силових трансформаторах і автотрансформаторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВт·год.;

$\Delta W^{(P)}_{II}$  - втрати активної енергії в проводах ПЛІ і жилах кабелів КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВт·год.;

$\Delta W^{(P)}_P$  - втрати активної енергії в реакторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВт·год.;

$\Delta W^{(P)}_K$  - кліматичні втрати активної енергії в ПЛІ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, які обумовлені короною ( $\Delta W^{(P)}_{Kкор}$ ) та недосконалістю ізоляції ПЛІ ( $\Delta W^{(P)}_{Ки}$ ) і залежать від погодних умов, кВт·год.;

$\Delta W^{(P)}_{Гк}$  - втрати активної енергії в КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, які обумовлені недосконалістю ізоляції КЛ, кВт·год.;

$\Delta W^{(Q)}_T$  - втрати реактивної енергії в силових трансформаторах і автотрансформаторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВАр·год.;

$\Delta W^{(Q)}_{II}$  - втрати реактивної енергії в проводах ПЛІ і жилах кабелів КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВАр·год.;

$\Delta W^{(Q)}_P$  - втрати реактивної енергії в реакторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВАр·год.

За рівнів інформаційного забезпечення Б, поправки розраховують за формулами:

$$\Pi^{(P)} = \sum_{i=1}^N \left( \Delta W^{(P)}_{T_i} + \Delta W^{(P)}_{II_i} + \Delta W^{(P)}_{P_i} + \Delta W^{(P)}_{K_i} + \Delta W^{(P)}_{Bk_i} \right),$$

$$\Pi^{(Q)} = \sum_{i=1}^N \left( \Delta W^{(Q)}_{T_i} + \Delta W^{(Q)}_{II_i} + \Delta W^{(Q)}_{P_i} \right),$$

де  $\Delta W^{(P)}_{T_i}$  - втрати активної енергії в силових трансформаторах і автотрансформаторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВт·год;

$\Delta W^{(P)}_{II_i}$  - втрати активної енергії в проводах ПЛ і жилах кабелів КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВт·год;

$\Delta W^{(P)}_{P_i}$  - втрати активної енергії в реакторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВт·год;

$\Delta W^{(P)}_{K_i}$  - кліматичні втрати активної енергії в ПЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, які обумовлені короною та недосконалістю ізоляції ПЛ і залежать від погодних умов, протягом  $i$ -го інтервалу часу, кВт·год;

$\Delta W^{(P)}_{Bk_i}$  - втрати активної енергії в КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, які обумовлені недосконалістю ізоляції КЛ, протягом  $i$ -го інтервалу часу, кВт·год;

$\Delta W^{(Q)}_{T_i}$  - втрати реактивної енергії в силових трансформаторах і автотрансформаторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВАр·год;

$\Delta W^{(Q)}_{II_i}$  - втрати реактивної енергії в проводах ПЛ і жилах кабелів КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВАр·год;

$\Delta W^{(Q)}_{P_i}$  - втрати реактивної енергії в реакторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання протягом  $i$ -го інтервалу часу з умовно-сталим навантаженням, кВАр·год;

$N$  - кількість інтервалів часу з умовно-сталим навантаженням за період часу від  $T_1$  до  $T_2$ .

Значення інтервалу часу із умовно-сталим навантаженням рекомендовано приймати для всіх ступенів напруги  $\Delta T = 0,5$  год., якщо інше не визначено нормативними документами з автоматизації обліку електричної енергії.

### ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Втрати активної  $\Delta W^{(P)}$  чи реактивної електроенергії  $\Delta W^{(Q)}$  в електричних мережах за розрахунковий період визначаються окремо для кожного елемента електричної мережі (лінії електропередачі, реактора, трансформатора чи автотрансформатора тощо) за перетоками активної чи реактивної електроенергії в точках обліку, розташованих на приєднанні елемента мережі у відповідності до узагальнених формул:

$$\Delta W^{(P)} = a \cdot I^2 \cdot R \cdot k^2_{\Phi} \cdot T^P + P_{y,II} \cdot T_H,$$

$$\Delta W^{(Q)} = a \cdot I^2 \cdot X \cdot k^2_{\Phi} \cdot T^P + Q_{y,II} \cdot T_H,$$

де  $a$  - коефіцієнт, що залежить від виду мережі (трифазна, однофазна);

$I$  - середнє діюче значення сили струму в елементі мережі;

$k^2_{\Phi}$  - коефіцієнт форми графіка навантаження елемента мережі;

$R$  - активний опір елемента мережі;

$X$  - реактивний опір елемента мережі;

$P_{y,II}$  - умовно-постійні втрати активної енергії в елементі мережі, що залежать від напруги і не залежать від сили струму;

$Q_{y,II}$  - умовно-постійні втрати реактивної енергії в елементі мережі, що залежать від напруги і не залежать від сили струму;

$T^P = 24 \times N_d$  - кількість годин роботи елемента мережі під навантаженням протягом розрахункового періоду;

$N_d$  - кількість днів роботи елемента мережі у розрахунковому періоді;

$T_H = T_{PII} - T_B$  - число годин знаходження елемента мережі під напругою протягом розрахункового періоду;

$T_{PII}$  - тривалість розрахункового періоду, години;

$T_B$  - час, протягом якого елемент мережі було вимкнено, години.

Квадрат середнього діючого значення сили струму в елементі електричної мережі протягом розрахункового періоду в  $A^2$  обчислюють за формулою:

$$I^2 = \frac{(W^{(P)})^2 + (W^{(Q)})^2}{b \cdot T_p^2 \cdot U_H^2},$$

де  $W^{(P)}$ ,  $W^{(Q)}$  - перетікання відповідно активної і реактивної енергії через елемент мережі за розрахунковий період, кВт·год. (кВАр·год.);

$b$  - коефіцієнт, що дорівнює 3 для трифазної мережі і 1 для однофазної мережі;

$U_H$  - номінальна вища напруга трансформатора (автотрансформатора) згідно з ГОСТ 11677 або номінальна напруга ПЛІ (КЛІ) або іншого елемента мережі згідно з ГОСТ 721, ГОСТ 21128, кВ.

Вимірювання кількості активної енергії  $W^{(P)}$  у кВт·год. або кількості реактивної енергії  $W^{(Q)}$  у кВАр·год. за допомогою лічильника виконують згідно з розділом 11 СОУ-Н ЕЕ 11.315.

#### Рівень інформаційного забезпечення А

##### Втрати електроенергії в трансформаторах і автотрансформаторах

Втрати активної енергії у двообмоткових трансформаторах у кВт·год. розраховують за формулами:

$$\begin{aligned}\Delta W^{(Q)}_T &= 3 \cdot I^2 \cdot R_T \cdot k^2_{\Phi} \cdot 10^{-3} \cdot T_P + P_{н.х.} \cdot T_H = \\ &= 3 \cdot I^2 \cdot R_T \cdot k^2_{\Phi} \cdot 10^{-3} \cdot T_P + g_T \cdot U^2_H \cdot T_H \cdot 10^{-3},\end{aligned}$$

де  $I$  - середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму трансформатора, квадрат якого обчислюється за формулою, А;

$k^2_{\Phi}$  - коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора

Коефіцієнти форми графіка навантаження  $k^2_{\Phi}$  приймають за таблицями Методичних рекомендацій або обраховують згідно з Р 50-072-98.

У разі відсутності інформації щодо форми графіка за згодою сторін приймають  $k^2_{\Phi} = 1,15$ . У випадку, якщо розрахунковий період починається не з 1 числа місяця, значення коефіцієнта форми графіка приймається відповідно до сезону, на який припадає більша частина розрахункового періоду.

$R_T$  - активний опір трансформатора, Ом;

$P_{н.х.}$  - втрати неробочого ходу трансформатора, кВт;

$g_T$  - активна провідність трансформатора, мкСм;

$T_P$  - час роботи трансформатора під навантаженням протягом розрахункового періоду, години;

$T_H$  - час знаходження трансформатора під напругою протягом розрахункового періоду, години;

$U_H$  - вища номінальна напруга трансформатора, кВ.

Значення параметрів  $R_T$ ,  $g_T$  і втрат неробочого ходу  $P_{н.х.}$  трансформаторів наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

Втрати активної енергії в струмоведучих частинах двообмоткових трансформаторів з розщепленою обмоткою низької напруги визначають враховуючи втрати від відповідних струмів в кожній із обмоток окремо з використанням значень опорів обмоток, визначених по формулам, наведеним у додатку Б Методичних рекомендацій. У разі застосування трансформатора із сполученими паралельно гілками розщепленої обмотки втрати у трансформаторі визначають з використанням параметра  $R_T$ .

Втрати реактивної енергії у двообмоткових трансформаторах у кВАр·год. розраховують за формулами:

$$\begin{aligned}\Delta W^{(Q)}_T &= 3 \cdot I^2 \cdot X_T \cdot k^2_{\Phi} \cdot 10^{-3} \cdot T_P + Q_{н.х.} \cdot T_H = \\ &= 3 \cdot I^2 \cdot X_T \cdot k^2_{\Phi} \cdot 10^{-3} \cdot T_P + b_T \cdot U^2_H \cdot T_H \cdot 10^{-3},\end{aligned}$$

де  $X_T$  - реактивний опір трансформатора, Ом;

$Q_{н.х.}$  - реактивна потужність втрат неробочого ходу трансформатора, кВАр;

$b_T$  - реактивна провідність трансформатора, мкСм.

Значення параметрів  $X_T$ ,  $b_T$  і реактивної потужності втрат неробочого ходу  $Q_{н.х.}$  трансформаторів наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

Втрати реактивної енергії в струмоведучих частинах двообмоткових трансформаторів з розщепленою обмоткою низької напруги визначають враховуючи втрати від відповідних струмів в кожній із обмоток окремо з використанням значень реактивних опорів обмоток, визначених по формулам, наведеним у додатку Б Методичних рекомендацій. У разі застосування трансформатора із сполученими паралельно гілками розщепленої обмотки втрати у трансформаторі визначають з використанням параметра  $X_T$ .

Значення реактивних опорів обмоток, провідності і реактивної потужності втрат неробочого ходу  $Q_{н.х.}$  трансформаторів (автотрансформаторів) наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

Формули для визначення значень опорів обмоток та провідності трансформаторів (автотрансформаторів) через їх паспортні характеристики наведені у додатку Б Методичних рекомендацій.

##### Втрати електроенергії в лініях електропередавання і реакторах

Втрати активної енергії у кВт·год. в провадах ПЛІ або жилах кабелів КЛІ розраховують за формулою:

$$\Delta W_{\Pi}^{(P)} = a \cdot I^2 \cdot R_{EK} \cdot k^2_{\Phi} \cdot T_P \cdot 10^{-3},$$

де  $a$  - коефіцієнт, що дорівнює 3 для трифазної мережі і 2 для однофазної мережі;

$I$  - середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму ЛЕП, квадрат якого обчислюється за формулою, А;

$$R_{EK} = \sum_{m=1}^n R_{l_{m}} l_m - \text{еквівалентний активний опір фази ЛЕП, Ом};$$

$R_{l_{m}}$  - питомий опір фази  $m$ -тої ділянки ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю), Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю) з урахуванням його провисання, укладання "змійкою" тощо, км;

$n$  - кількість ділянок ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю);

$k^2_{\Phi}$  - коефіцієнт форми графіка навантаження ЛЕП, значення якого визначено протягом розрахункового періоду, години.

Коефіцієнти форми графіка навантаження  $k^2_{\Phi}$  приймають за таблицями Методичних рекомендацій або обраховують згідно з Р 50-072-98.

У разі відсутності інформації щодо форми графіка за згодою сторін приймають  $k^2_{\Phi} = 1,15$ . У випадку, якщо розрахунковий період починається не з 1 числа місяця, значення коефіцієнта форми графіка приймається відповідно до сезону, на який припадає більша частина розрахункового періоду.

Значення питомого опору фази ЛЕП приймають згідно з ТУ на провід (кабель) або за додатком В Методичних рекомендацій.

У разі встановлення на ПЛ високочастотного загороджувача зв'язку його активний опір додається до опору ЛЕП, на якій він встановлений. Значення опору, Ом розраховується на основі його паспортних даних за формулою:

$$R = (\Delta P_{\text{ном}} / I^2_{\text{ном}}) \cdot 10^{-3},$$

де  $\Delta P_{\text{ном}}$  - номінальні втрати потужності в високочастотному загороджувачі, кВт;

$I_{\text{ном}}$  - номінальний струм високочастотного загороджувача зв'язку, Ф.

При відсутності паспортних даних дозволяється користуватися даними, що наведені у таблиці В.9 додатка В Методичних рекомендацій.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в ПЛ розраховують за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\Pi}^{(\varrho)} &= a \cdot I^2 \cdot X_{EK} \cdot k^2_{\Phi} \cdot T_P \cdot 10^{-3} - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot T_H = \\ &= a \cdot I^2 \cdot X_{EK} \cdot k^2_{\Phi} \cdot T_P \cdot 10^{-3} - \sum_m b_m \cdot l_m \cdot U_H^2 \cdot T_H \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$X_{EK} = \sum_{m=1}^n X_{l_{m}} l_m$$

де - еквівалентний індуктивний опір фази ЛЕП, Ом;

$X_{l_{m}}$  - питомий індуктивний опір фази  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковим перерізом проводу, Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу з урахуванням його провисання, км;

$\Delta Q_m$  - питома генерація реактивної потужності  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу, кВАр/км;

$n$  - кількість ділянок ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю);

$b_m$  - питома ємнісна провідність фази  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу, мкСм/км;

$U_H$  - номінальна напруга ПЛ;

$T_H$  - час знаходження ПЛ під напругою, години.

Якщо  $U_H < 110$  кВ, другий доданок у формулі приймають рівним нулю.

У разі встановлення на ПЛ високочастотного загороджувача зв'язку його індуктивний опір додається до опору ЛЕП, на якій він встановлений. Значення індуктивного опору, Ом розраховується на основі його паспортних даних за формулою:

$$X = \omega \cdot L \cdot 10^{-3},$$

де  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ ,  $f$  - частота електричного струму, Гц;

$L$  - індуктивність котушки високочастотного загороджувача, мГн.

При відсутності паспортних даних дозволяється користуватися даними, що наведені у таблиці В.9 додатка В Методичних рекомендацій.

При врахуванні опорів високочастотних загороджувачів слід мати на увазі, що вони не завжди встановлюються у всіх фазах ЛЕП. Таке їх встановлення здійснюється, як правило, тільки на ЛЕП 330 кВ і вище. На ЛЕП 220 кВ для високочастотного зв'язку використовуються одна-

дві фази, а на ЛЕП 110 кВ - одна фаза. Так як розрахунки ведуться на основі однолінійної схеми, що представляє симетричне трифазне виконання, то за наявності високочастотного загороджувача тільки в одній фазі в розрахункову схему слід включати тільки 1/3 опору високочастотного загороджувача, за наявності в двох фазах - 2/3. Також слід мати на увазі те, що якщо високочастотний загороджувач встановлений на трозоахисному тросі, то додавати його опір до опору ЛЕП не потрібно.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в КЛ розраховують за формулою:

$$\Delta W_{\Pi}^{(Q)} = \alpha \cdot I^2 \cdot X_{\Sigma K} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot T_P \cdot 10^{-3} - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot T_H =$$

$$= \alpha \cdot I^2 \cdot X_{\Sigma K} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot T_P \cdot 10^{-3} - \sum_m b_m \cdot U_H^2 \cdot l_m \cdot T_H \cdot 10^{-3}$$

де  $X_{\Sigma K} = \sum_{m=1}^n X_{I_{\Sigma m}} \cdot l_m$  - еквівалентний індуктивний опір фази КЛ, Ом;

$X_{I_{\Sigma m}}$  - питомий індуктивний опір фази  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковим перерізом проводу, Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили з урахуванням його укладання "змійкою", км;

$\Delta Q_m$  - питома генерація реактивної потужності  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили (зарядна потужність кабелю), кВАр/км;

$b_m$  - питома смісна провідність однієї фази  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили, мкСм/км;

$U_H$  - номінальна напруга КЛ, кВ;

$T_H$  - час знаходження кабелю під напругою, години.

У разі  $U_H < 20$  кВ другий доданок у формулі приймають рівним нулю.

Значення  $\Delta Q_m$  приймають згідно з ТУ на кабель або за додатком В, значення  $b_m$  наведено у додатку В Методичних рекомендацій.

Втрати активної енергії у кВт·год. в трифазних групах струмообмежувальних реакторів розраховують за формулами:

$$\Delta W^{(P)}_P = 3 \cdot \frac{I^2}{I_{\text{НОМ}}^2} \cdot \Delta P_{\text{НОМ}} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot T_P,$$

$$\Delta W^{(P)}_P = 3 \cdot 10^{-3} \cdot I^2 \cdot R_P \cdot k_{\Phi}^2 \cdot T_P,$$

де  $I$  - середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму ЛЕП, квадрат якого обчислюється за формулою , А;

$I_{\text{НОМ}}$  - номінальний струм реактора, А;

$\Delta P_{\text{НОМ}}$  - втрати активної потужності в одній фазі реактора за номінального струму, кВт;

$k_{\Phi}^2$  - коефіцієнт форми графіка навантаження;

Коефіцієнти форми графіка навантаження  $k_{\Phi}^2$  приймають за таблицями Методичних рекомендацій або обраховують згідно з Р 50-072-98.

У разі відсутності інформації щодо форми графіка за згодою сторін приймають  $k_{\Phi}^2 = 1,15$ . У випадку, якщо розрахунковий період починається не з 1 числа місяця, значення коефіцієнта форми графіка приймається відповідно до сезону, на який припадає більша частина розрахункового періоду.

$R_P$  - активний опір фази реактора, Ом;

$T_P$  - час роботи реактора під навантаженням, години.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в трифазних групах струмообмежувальних реакторів розраховують за формулою:

$$\Delta W^{(Q)}_P = 3 \cdot I^2 \cdot X_{\text{НОМ}} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot T_P \cdot 10^{-3},$$

де  $X_{\text{НОМ}}$  - номінальний індуктивний опір реактора, Ом;

$T_P$  - час роботи реактора під навантаженням, години.

Втрати активної енергії у кВт·год. в шунтувальному реакторі розраховують за формулою:

$$\Delta W^{(P)}_P = \Delta P_{\text{НОМ}} \cdot T_H,$$

де  $\Delta P_{\text{НОМ}}$  - втрати активної потужності в реакторі за номінальної напруги, кВт;

$T_H$  - час знаходження реактора під напругою, години.

Відомості про параметри реакторів наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

## Рівень інформаційного забезпечення Б

### Втрати електроенергії в трансформаторах і автотрансформаторах

Втрати активної енергії у двообмоткових трансформаторах у кВт·год. за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\begin{aligned}\Delta W_T^{(P)} &= \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot R_T \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t + P_{H.X.} \cdot \Delta T_t \right) = \\ &= \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot R_T \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t + g_T \cdot U_H^2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t \right)\end{aligned}$$

де  $I_t$  - діюче значення сили струму навантаження трансформатора, квадрат якого обчислюється за формулою для інтервалу часу  $\Delta T_t$  із умовно сталим навантаженням і зведений до вищої напруги трансформатора, А;

$R_T$  - активний опір трансформатора, Ом;

$\Delta T_t$  - тривалість  $t$ -го інтервалу часу із умовно сталим навантаженням, годин;

$g_T$  - активна провідність трансформатора, мкСм;

$U_H$  - вища номінальна напруга трансформатора, кВ;

$P_{H.X.}$  - втрати неробочого ходу трансформатора, кВт.

Значення параметрів  $R_T$ ,  $g_T$  і втрат неробочого ходу  $P_{H.X.}$  трансформаторів наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

Втрати активної енергії в струмоведучих частинах двообмоткових трансформаторів з розщепленою обмоткою низької напруги визначають враховуючи втрати від відповідних струмів в кожній із обмоток окремо з використанням значень опорів обмоток, визначених по формулам, наведеним у додатку Б Методичних рекомендацій. У разі застосування трансформатора із сполученими паралельно гілками розщепленої обмотки втрати у трансформаторі визначають з використанням параметра  $R_T$ .

Втрати реактивної енергії у двообмоткових трансформаторах у кВАр·год. за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\begin{aligned}\Delta W_T^{(Q)} &= \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_T \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t + Q_{H.X.} \cdot \Delta T_t \right) = \\ &= \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_T \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t + b_T \cdot U_H^2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T_t \right)\end{aligned}$$

де  $X_T$  - реактивний опір трансформатора, Ом;

$b_T$  - реактивна провідність трансформатора, мкСм.

$Q_{H.X.}$  - реактивна потужність втрат неробочого ходу трансформатора, кВАр.

Значення параметрів  $X_T$ ,  $b_T$  і реактивної потужності втрат неробочого ходу  $Q_{H.X.}$  трансформаторів наведено у додатку Б Методичних рекомендацій.

Втрати реактивної енергії в струмоведучих частинах двообмоткових трансформаторів з розщепленою обмоткою низької напруги визначають враховуючи втрати від відповідних струмів в кожній із обмоток окремо з використанням значень опорів обмоток, визначених по формулам, наведеним у додатку Б Методичних рекомендацій. У разі застосування трансформатора із сполученими паралельно гілками розщепленої обмотки втрати у трансформаторі визначають з використанням параметра  $X_T$ .

### Втрати електроенергії в лініях електропередавання і реакторах

Втрати активної енергії у кВт·год. в проводах ПЛ або жилах кабелів КЛ за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\Delta W_{II}^{(P)} = a \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot R_{EK} \cdot \Delta T_t \cdot 10^{-3} \right)$$

де  $a$  - коефіцієнт, що дорівнює 3 для трифазної мережі і 2 для однофазної мережі;

$I_t$  - середнє значення сили струму навантаження, квадрат якого обчислюється за формулою для інтервалу часу  $T_t$  із умовно сталим навантаженням, А;

$$R_{EK} = \sum_{m=1}^n R_{I_{zm}} l_m$$

- еквівалентний активний опір фази ЛЕП, Ом;

$R_{\Pi m}$  - питомий опір фази  $m$ -тої ділянки ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю), Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю) з урахуванням його провисання, укладання "змійкою" тощо, км;

$n$  - кількість ділянок ЛЕП із однаковим перерізом проводу (кабелю).

У разі встановлення на ПЛ височастотного загороджувача зв'язку його активний опір додається до опору ЛЕП, на який він встановлений.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в ПЛ за період часу  $\Delta T_p$  від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta W_{II}^{(Q)} &= \alpha \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_{EK} \cdot \Delta T_t \cdot 10^{-3} \right) - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot \Delta T_p = \\ &= \alpha \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_{EK} \cdot \Delta T_t \cdot 10^{-3} \right) - \sum_m b_m \cdot l_m \cdot U_H^2 \cdot \Delta T_p \cdot 10^{-3}, \end{aligned}$$

$X_{EK} = \sum_{m=1}^n X_{IIm} \cdot l_m$   
де  $X_{IIm}$  - еквівалентний індуктивний опір ПЛ від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, Ом;

$X_{\Pi m}$  - питомий індуктивний опір  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковим перерізом проводу (кабелю), Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу з урахуванням його провисання, км;

$\Delta Q_m$  - питома генерація реактивної потужності  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу, кВАр/км;

$n$  - кількість ділянок ПЛ із однаковим перерізом проводу;

$b_m$  - питома смісна провідність фази  $m$ -тої ділянки ПЛ з однаковою площею перерізу проводу, мкСм/км;

$U_H$  - номінальна напруга ПЛ, кВ.

У разі  $U_H < 110$  кВ другий доданок у формулі приймають рівним нулю.

У випадку встановлення на ПЛ височастотного загороджувача зв'язку його індуктивний опір додається до опору ЛЕП, на який він встановлений.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в КЛ за період часу  $\Delta T_p$  від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta W_{II}^{(Q)} &= \alpha \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_{EK} \cdot \Delta T_t \cdot 10^{-3} \right) - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot \Delta T_p = \\ &= \alpha \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( I_t^2 \cdot X_{EK} \cdot \Delta T_t \cdot 10^{-3} \right) - \sum_m b_m \cdot U_H^2 \cdot l_m \cdot \Delta T_p \cdot 10^{-3}, \end{aligned}$$

$X_{EK} = \sum_{m=1}^n X_{IIm} \cdot l_m$   
де  $X_{IIm}$  - еквівалентний індуктивний опір фази КЛ, Ом;

$X_{\Pi m}$  - питомий індуктивний опір фази  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковим перерізом проводу, Ом/км;

$l_m$  - довжина  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили з урахуванням його укладання "змійкою", км;

$\Delta Q_m$  - питома генерація реактивної потужності  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили (зарядна потужність кабелю), кВАр/км;

$b_m$  - питома смісна провідність однієї фази  $m$ -тої ділянки КЛ з однаковою площею перерізу жили, мкСм/км;

$U_H$  - номінальна напруга КЛ, кВ.

У разі  $U_H < 20$  кВ другий доданок у формулі приймають рівним нулю.

Значення  $\Delta Q_m$  приймають згідно з ТУ на кабель або за додатком В, значення  $b_m$  наведено у додатку В Методичних рекомендацій.

Втрати активної енергії у кВт·год. в трифазних групах струмообмежувальних реакторів за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулами:

$$\Delta W_P^{(P)} = 3 \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( \frac{I_t^2}{I_{НОМ}^2} \cdot \Delta P_{НОМ} \cdot \Delta T_t \right),$$

$$\Delta W_P^{(P)} = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} (I_t^2 \cdot R_P \cdot \Delta T_t)$$

де  $I_t$  - середнє значення сили струму навантаження, квадрат якого обчислюється за формулою для інтервалу часу  $\Delta T_t$  із умовно сталим навантаженням, А;

$I_{ном}$  - номінальний струм реактора, А;

$\Delta P_{ном}$  - втрати активної потужності в одній фазі реактора за номінального струму, кВт;

$\Delta T_t$  - тривалість  $i$ -го інтервалу часу із умовно сталим навантаженням, годин;

$R_P$  - активний опір фази реактора, Ом.

Параметри реакторів визначаються за формулами, наведеними у додатку Б Методичних рекомендацій.

Втрати реактивної енергії у кВАр·год. в трифазних групах струмообмежувальних реактора за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\Delta W_P^{(Q)} = 3 \cdot 10^{-3} \sum_{t=T_1}^{T_2} (I_t^2 \cdot X_P \cdot \Delta T_t)$$

де  $X_P$  - індуктивний опір фази реактора, Ом.

Втрати активної енергії у кВт·год. в шунтувальному реакторі за період часу від  $T_1$  до  $T_2$  розраховують за формулою:

$$\Delta W_P^{(P)} = \Delta P_{ном} \cdot \sum_{t=T_1}^{T_2} \left( \frac{U_t^2}{U_{ном}^2} \cdot \Delta T_t \right)$$

де  $\Delta P_{ном}$  - втрати активної потужності в реакторі за номінальної напруги, кВт;

$U_t$  - напруга протягом  $t$ -го інтервалу часу, коли вона лишається незмінною, кВ;

$U_{ном}$  - номінальна напруга реактора, кВ;

$\Delta T_t$  - тривалість  $t$ -го інтервалу часу із умовно сталою напругою  $U_t$ , годин.

У разі відсутності відомостей щодо зміни у часі напруги приймають, що  $U_t = U_{ном}$ .

#### Кліматичні втрати електроенергії в повітряних лініях

Втрати електроенергії в ізоляції ПЛ обчислюють згідно з розділом Д.6 ГНД 34.09.104-2003 або з урахуванням ступеня забруднення атмосфери (СЗА) у кВт·год. за формулою:

$$\Delta W^{(P)}_{кз} = \frac{U_{ном}^2}{3 \cdot R_{із} \cdot N_{із}} \cdot T_{вол} \cdot N_{гір}$$

де  $U_{ном}$  - номінальна напруга ПЛ, кВ;

$R_{із} = 1345 - 215 \cdot (N_P - 1)$  - електричний опір одного ізолятора, кОм, ( $N_P$  - номер рівня СЗА, визначений відповідно до ГКД 34.51.101);

$N_{із}$  - кількість ізоляторів у фазі ПЛ, яку приймають згідно з проектом ПЛ, ГКД 34.51.101 або середня кількість ізоляторів в гірляндах на лініях згідно з таблицею 7.6 Методичних рекомендацій;

$N_{гір}$  - кількість гірлянд ізоляторів, яку приймають згідно з проектом ПЛ;

$T_{вол}$  - тривалість у розрахунковому періоді вологої погоди (туман, роса, дощ, мокрий сніг, паморозь), годин.

Дозволено визначати кількість гірлянд ізоляторів на ПЛ за формулою

$$N_{гір} = n_{гір} \cdot l,$$

де  $n_{гір}$  - питома кількість гірлянд ПЛ відповідно до таблиці 7.7 Методичних рекомендацій, шт./км;

$l$  - довжина ПЛ, км.

У разі відсутності даних щодо тривалості груп погоди у розрахункових періодах втрати електроенергії в ізоляції ПЛ  $i$ -го ступеня напруги у кВт·год. обчислюють з використанням питомих середньорічних втрат електроенергії, що наведені в таблиці 7.9 Методичних рекомендацій, за формулою:

$$\Delta W^{(P)}_{кз} = \Delta W_{із,сеп,і,г} \cdot l_i \cdot T_H \cdot 103 / 8760,$$



$\Delta W_{\text{в.ср.},r}$  - питомі середньорічні втрати електроенергії в ізоляції ПЛ  $i$ -го ступеня напруги у  $r$ -тому регіоні, тис. кВт·год./км;

$l_i$  - довжина ПЛ  $i$ -го ступеня напруги, км.

При визначенні помісячних значень втрат електроенергії в ізоляції ПЛ слід множити середньорічні втрати на 1,4 - для місяців першого і четвертого кварталів і на 0,6 - для місяців другого та третього кварталів.

### Втрати електроенергії в ізоляції кабельних ліній електропередавання

Втрати електроенергії в ізоляції КЛ обчислюють згідно з розділом Д.6 ГНД 34.09.104-2003 у кВт·год. за формулою:

$$\Delta W_{\text{в.к}}^{(P)} = \sum_1^j (\Delta Q_{0j} \cdot l_{kj}) \cdot \text{tg} \delta \cdot T_H$$

де  $\Delta Q_{0j}$  - питома зарядна потужність кабелю  $j$ -го поперечного перерізу, кВАр/км;

$l_{kj}$  - сумарна довжина ділянок ЛЕП, виконаних кабелем  $j$ -го поперечного перерізу, км;

$\text{tg} \delta$  - тангенс кута діелектричних втрат;

$T_H$  - час нахождення КЛ під напругою за розрахунковий період, годин.

Значення  $\Delta Q_{0j}$  приймають згідно з ТУ на кабель або за додатком В Методичних рекомендацій.

Значення тангенса кута діелектричних втрат  $\text{tg} \delta$  залежно від терміну експлуатації кабелів лежить в межах від 0,016 до 0,022. Перше значення відповідає усередненому терміну експлуатації КЛ до 20 років, друге - більше ніж 40 років. При терміні експлуатації від 20 до 40 років значення тангенса кута діелектричних втрат приймається рівним 0,019.

### Втрати електроенергії у внутрішньобудинкових мережах

Втрати електричної енергії у внутрішніх мережах багатопверхових житлових (офісних) будинків потрібно обчислювати для кожного із вводів як різницю одночасних показів лічильника електричної енергії, встановленого на ввіді у житловий будинок і лічильників, за якими здійснюють облік електроенергії на внутрішньобудинкові потреби (освітлення сходів, сходових клітин, коридорів і технічних поверхів; потреби водопостачання і тепlopостачання; світлозагорожа; робота ліфтів тощо) та у фізичних (юридичних) осіб цього будинку.

У разі відсутності лічильника на ввіді у багатопверховий житловий (офісний) будинок або лічильника обліку внутрішньобудинкових потреб або неможливості одночасного зчитування показів лічильників найменше значення втрат електричної енергії, пов'язаних із електропостачанням будинку, розраховують як суму втрат у зовнішній живильній мережі  $\Delta W(P)_{\text{з.м.}}$  і внутрішньобудинкової мережі живлення споживачів (квартир, офісів тощо)  $\Delta W(P)_{\text{в.м.}}$ , а також втрат у лічильниках електричної енергії  $\Delta W_{\text{рл}}$  та втрат в опорах контактних з'єднань відгалужень до лічильників  $\Delta W_{\text{рз}}$ .

У розрахунках приймають, що:

- навантаження споживачів рівномірно розподілено уздовж розгалуженої частини стояка по довжині;
- між фазами зовнішньої живильної мережі навантаження розподілено рівномірно.

У разі відсутності лічильника на ввіді у будинок та наявності лічильника обліку внутрішньобудинкових потреб втрати активної електроенергії в кВт·год. у зовнішній мережі обчислюють за формулою:

$$\Delta W_{\text{з.м.}}^{(P)} = \frac{\left( W_{\text{е.п.}}^{(P)} + \sum_k \sum_m W_{\text{м.к}}^{(P)} \right)^2 + W_{\text{е.п.}}^{(Q)^2}}{U_H^2 \cdot T} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot R_3 \cdot l_3 \cdot 10^{-3}$$

де  $W(P)_{\text{в.п.}}$  - споживання активної енергії на внутрішньобудинкові потреби протягом розрахункового періоду, кВт·год.;

$W(P)_{\text{м.к}}$  - споживання активної енергії  $m$ -м споживачем  $k$ -го стояка протягом розрахункового періоду, кВт·год.;

$W(Q)_{\text{в.п.}}$  - споживання реактивної енергії на внутрішньобудинкові потреби протягом розрахункового періоду, кВАр·год.;

$k-2\Phi$  - коефіцієнт форми графіка навантаження;

$R_3$  - питомий активний опір кабелю (проводу) зовнішньої мережі, Ом/км;

$l_3$  - довжина кабелю (проводу) зовнішньої мережі, км;

$T$  - тривалість розрахункового періоду, годин;

$m$  - кількість квартир (офісів), приєднаних до стояка;

$k$  - кількість стояків.

Втрати активної електроенергії в кВт·год. у кожному з  $k$  стояків внутрішньобудинкової мережі обчислюють за формулою:

$$\Delta W_{\text{е.м.к}}^{(P)} = \frac{\left( \sum_m W_{\text{м.к}}^{(P)} \right)^2}{U_H^2 \cdot T} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot k_{\text{н.к}} \cdot R_{\text{е.к}} \cdot \left( l_{\text{н.к}} + \frac{l_{\text{р.к}}}{3} \right) \cdot 10^{-3}$$

де  $R_{\text{в.к}}$  - питомий активний опір кабелю (проводу)  $k$ -го стояка, Ом/км;

$l_{\text{н.к}}$  - довжина кабелю (проводу) нерозгалуженої частини  $k$ -го стояка, км;

$l_{\text{р.к}}$  - довжина кабелю (проводу) розгалуженої частини  $k$ -го стояка, км;

$k_{\text{н.к}}$  - коефіцієнт збільшення втрат в лінії 0,38 кВ стояка з несиметричним навантаженням фаз, який приймається для ліній з  $R_0 / R_{\Phi} = 1$  рівним 1,13, для ліній з  $R_0 / R_{\Phi} = 2$  рівним 1,20 ( $R_0$  і  $R_{\Phi}$  - опори нульового і фазного проводів відповідно, Ом).

У разі неможливості одночасного зчитування показів з лічильників споживачів і наявності лічильника на ввіді у будинок та лічильника обліку внутрішньобудинкових потреб дозволено потужності стояків живлення споживачів приймати однаковими і втрати активної електроенергії в кВт·год. обчислювати за формулами:

- у зовнішній мережі:

$$\Delta W_{\text{з.м.}}^{(P)} = \frac{W_6^{(P)^2} + W_6^{(Q)^2}}{U_H^2 \cdot T} \cdot k_{\Phi}^2 \cdot R_3 \cdot l_3 \cdot 10^{-3},$$

- у внутрішньобудинковій мережі:

$$\Delta W_{e.m}^{(P)} = \sum_k \left( \frac{(W_6^{(P)} - W_{e.n}^{(P)})^2}{k^2 \cdot U_H^2 \cdot T} \cdot k_\phi^2 \cdot k_{nc} \cdot R_{e.k} \cdot \left( l_{n.k} + \frac{l_{p.k}}{3} \right) \cdot 10^{-3} \right)$$

де  $W(P)_6$  - споживання активної енергії протягом розрахункового періоду за показами лічильника на вводі у будинок, кВт·год;

$k$  - кількість стояків.

У разі неможливості віднести споживання електричної енергії до кожного із  $k$  стояків і/або відсутності лічильника на вводі в будинок та лічильника обліку внутрішньобудинкових потреб дозволено потужності стояків приймати однаковими і втрати активної електроенергії в кВт·год. обчислювати за формулами:

- у зовнішній мережі:

$$\Delta W_{z.m}^{(P)} = \frac{\left( \sum_k \sum_m W_{m.k}^{(P)} \right)^2}{U_H^2 \cdot T \cdot \cos^2 \varphi} \cdot k_\phi^2 \cdot R_3 \cdot l_3 \cdot 10^{-3}$$

де  $\cos \varphi = 0,9$  - середній коефіцієнт потужності у зовнішній мережі;

- у внутрішньобудинковій мережі:

$$\Delta W_{e.m}^{(P)} = \sum_k \left( \frac{\left( \sum_k \sum_m W_{m.k}^{(P)} \right)^2}{k^2 \cdot U_H^2 \cdot T} \cdot k_\phi^2 \cdot k_{nc} \cdot R_{e.k} \cdot \left( l_{n.k} + \frac{l_{p.k}}{3} \right) \cdot 10^{-3} \right)$$

У разі наявності лічильника на вводі у будинок та відсутності лічильника обліку внутрішньобудинкових потреб втрати активної електроенергії в кВт·год.

у зовнішній мережі обчислюють за формулою:

$$\Delta W_{z.m}^{(P)} = \frac{W_6^{(P)^2} + W_{6(в.п.)}^2}{U_H^2 \cdot T} \cdot k_\phi^2 \cdot R_3 \cdot l_3 \cdot 10^{-3},$$

у внутрішньобудинковій мережі за формулою:

$$\Delta W_{e.m}^{(P)} = \sum_k \left( \frac{\left( \sum_k \sum_m W_{m.k}^{(P)} \right)^2}{k^2 \cdot U_H^2 \cdot T} \cdot k_\phi^2 \cdot k_{nc} \cdot R_{e.k} \cdot \left( l_{n.k} + \frac{l_{p.k}}{3} \right) \cdot 10^{-3} \right)$$

Втрати електричної енергії в лічильниках в кВт·год. обчислюють за формулою:

$$\Delta W_{\lambda}^{(P)} = \sum_i N_i \cdot P_i \cdot T \cdot 10^{-3}$$

де  $N_i$  - кількість лічильників і-того типу;

$P_i$  - втрати електричної енергії в лічильниках і-того типу відповідно до паспорта лічильника, Вт;

$T$  - тривалість розрахункового періоду, годин.

Обсяг втрат електричної енергії у з'єднаннях внутрішньобудинкових мереж в кВт·год. може бути врахований за взаємною згодою сторін на підставі вимірювань опорів контактних з'єднань відповідно до ГОСТ 17441-84 за формулами:

$$\Delta W(P)_z = Nz \cdot I^2 \cdot Rz \cdot k \cdot 2\Phi \cdot T \cdot 10^{-3},$$

де  $Nz$  - кількість контактних з'єднань на відгалуженнях до лічильників;

$I$  - середній струм фази, А;

$Rz$  - опір контактного з'єднання, Ом.

Значення квадрату середнього струму в А-2 розраховується по формулі:

$$I^2 = \frac{\left( \sum_k \sum_m W_{m.k}^{(P)} \right)^2}{b \cdot k^2 \cdot m^2 \cdot T^2 \cdot U_H^2}$$

де  $b$  - коефіцієнт, що дорівнює 3 для споживача трифазної енергії і 1 для споживача однофазної енергії.

Для розрахунку втрат використовуються вихідні дані, зазначені в Додатку 8.1, Акті розмежування балансової належності електромереж та експлуатаційної відповідальності сторін та Однолінійній схемі, що є додатками 6 та 7 до цього Договору.