

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 баланс 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. 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:

$$W_c^{(P)} = W^{(P)} \pm \Pi^{(P)} \quad (1)$$

$$W_c^{(Q)} = W^{(Q)} \pm \Pi^{(Q)}, \quad (2)$$

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);

За рівня інформаційного забезпечення визначення втрат A (**рівень A**) - визначення втрат електричної енергії за умов, коли вимірювання обсягів електричної енергії здійснюється з використанням лічильників інтегрального типу, поправки розраховують за формулами:

$$\Pi^{(P)} = \Delta W_T^{(P)} + \Delta W_{\Pi}^{(P)} + \Delta W_{\text{ІЗК}}^{(P)} \quad (3)$$

$$\Pi^{(Q)} = \Delta W_T^{(Q)} + \Delta W_{\Pi}^{(Q)} \quad (4)$$

де $\Delta W_T^{(P)}, (\Delta W_T^{(Q)})$ – втрати активної (реактивної) енергії в силових трансформаторах і автотрансформаторах на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВт·год (кВАр·год);

$\Delta W_{\Pi}^{(P)}, (\Delta W_{\Pi}^{(Q)})$ – втрати активної (реактивної) енергії в проводах ПЛ і жилах кабелів КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, кВт·год (кВАр·год);

$\Delta W_{\text{ІЗК}}^{(P)}$ – втрати активної енергії в ПЛ, КЛ на ділянці мережі від межі балансової належності елементів електричної мережі до точки вимірювання, які обумовлені недосконалістю ізоляції ПЛ, КЛ, кВт·год.

Вихідні дані для розрахунку втрат електричної енергії викладені в продовженні додатку № 8 до цього договору.

1. Розрахунок втрат електричної енергії в трансформаторах і автотрансформаторах

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

$$\Delta W_T^{(P)} = 3 \cdot I^2 \cdot R_T \cdot k_{\phi}^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + P_{\text{н.х.}} \cdot T_n = 3 \cdot I^2 \cdot R_T \cdot k_{\phi}^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + g_T \cdot U_n^2 \cdot T_n \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

де I – середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму трансформатора, квадрат якого обчислюється за формулою

$$I^2 = \frac{(W^{(P)})^2 + (W^{(Q)})^2}{b \cdot T_p^2 \cdot U_H^2}, \text{ А} \quad (6)$$

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 або номінальна напруга ПЛ (КЛ) або іншого елемента мережі, кВ.

k_ϕ^2 – коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора;

R_T – активний опір трансформатора, Ом.;

$$R_T = \frac{P_{кз} \cdot U_{вн}^2}{S_H^2} \cdot 10^3, \text{ Ом} \quad (7)$$

$P_{кз}$ – втрати короткого замикання трансформатора, кВт;

$U_{вн}$ – вища номінальна напруга трансформатора, кВ;

S_H – номінальна потужність трансформатора, кВ·А;

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

g_T - активна провідність трансформатора, мкСм;

$$g_T = \frac{P_{н.х.}}{U_{вн}^2}, \text{ мкСм} \quad (8)$$

T_p – час роботи трансформатора під навантаженням протягом розрахункового періоду, години;

T_H – час знаходження трансформатора під напругою протягом розрахункового періоду, години.

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

$$W^{(Q)} = 3 \cdot I^2 \cdot X_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + Q_{н.х.} \cdot T_H = 3 \cdot I^2 \cdot X_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + b_T \cdot U_H^2 \cdot T_H \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

де X_T – реактивний опір трансформатора, Ом;

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}, \text{ Ом}; \quad (10)$$

Z_T - повний опір трансформатора, Ом;

$$Z_T = \frac{U_{кз\%}}{100} \cdot \frac{U_{вн}^2}{S_H} \cdot 10^3, \text{ Ом} \quad (11)$$

$U_{кз}$ – напруга короткого замикання трансформатора, %;

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

$$Q_{н.х.} = \frac{I_{н.х.\%}}{100} \cdot S_H, \text{ кВАр} \quad (12)$$

b_T - реактивна провідність трансформатора, мкСм.

$$b_T = \frac{I_{н.х.\%}}{100} \cdot \frac{S_H}{U_{вн}^2}, \text{ мкСм} \quad (13)$$

2. Розрахунок втрат електричної енергії в лініях електропередач

2.1. Втрати активної енергії у кВт·год в провадах ПЛ або жилах кабелів КЛ розраховують за формулою:

$$\Delta W_{\Pi}^{(P)} = a \cdot I^2 \cdot R_{ЕК} \cdot k_\phi^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3} \quad (14)$$

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 (6), А;

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

$R_{Пm}$ – 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_{ϕ}^2 – коефіцієнт форми графіка навантаження ЛЕП;

T_p – час роботи ЛЕП під навантаженням протягом розрахункового періоду, години.

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

$$\Delta W_{П}^{(Q)} = a \cdot I^2 \cdot X_{ЕК} \cdot k_{\phi}^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3} - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot T_n = a \cdot I^2 \cdot X_{ЕК} \cdot k_{\phi}^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3} - \sum_m b_m \cdot l_m \cdot U_n^2 \cdot T_n \cdot 10^{-3} \quad (15)$$

$$X_{ЕК} = \sum_{m=1}^n X_{Пm} l_m - \text{еквівалентний індуктивний опір фази ЛЕП, Ом};$$

$X_{Пm}$ – 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;

ΔQ_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_n – номінальна напруга ПЛ;

T_n – час знаходження ПЛ під напругою, години.

Якщо $U_n < 110$ кВ, другий доданок у формулі (15) приймають рівним нулю.

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

$$\Delta W_{П}^{(Q)} = a \cdot I^2 \cdot X_{ЕК} \cdot k_{\phi}^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3} - \sum_m \Delta Q_m \cdot l_m \cdot T_n = a \cdot I^2 \cdot X_{ЕК} \cdot k_{\phi}^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3} - \sum_m b_m \cdot U_n^2 \cdot l_m \cdot T_n \cdot 10^{-3} \quad (16)$$

$$X_{ЕК} = \sum_{m=1}^n X_{Пm} l_m - \text{еквівалентний індуктивний опір фази КЛ, Ом};$$

$X_{Пm}$ – 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;

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

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

U_n – номінальна напруга КЛ, кВ;

T_n – час знаходження кабеля під напругою, години.

У разі $U_n < 20$ кВ другий доданок у формулі (16) приймають рівним нулю.

Значення ΔQ_m приймають згідно з ТУ на кабель або за додатком В, значення b_m наведено у додатку В до Методичних рекомендацій.

3. Розрахунок втрат електричної енергії в ізоляції ПЛ

Втрати електричної енергії в ізоляції ПЛ i -го ступеня напруги у кВт·год обчислюють з використанням питомих середньорічних втрат електроенергії за формулою:

$$\Delta W_{Кіз}^{(P)} = \Delta W_{із.сеп.і.г} \cdot l_i \cdot T_n \cdot 10^3 / 8760, \quad \text{кВт.год}; \quad (17)$$

$\Delta W_{із.сеп.і.г}$ – 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.

Питомі середньорічні втрати електричної енергії в ізоляції ПЛ (таблиця 7.9 Методичних рекомендацій) для Полтавської області (перший регіон) становлять:

для ПЛ-6 кВ – 0,31 тис. кВт.год/км
ПЛ-10 кВ – 0,51 тис. кВт.год/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.

4. Розрахунок втрат електричної енергії в ізоляції КЛ

Втрати електроенергії в ізоляції КЛ обчислюють у кВт·год за формулою:

$$\Delta W_{\text{Ізк}}^{(P)} = \sum_1^j (\Delta Q_{\text{Oj}} \cdot l_{\text{Kj}}) \cdot \text{tg}\delta \cdot T_{\text{H}}, \quad \text{кВт.год}; \quad (18)$$

де ΔQ_{Oj} - 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 знаходження КЛ під напругою за розрахунковий період, годин.

Значення ΔQ_{Oj} 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.

Особливі умови.

Оператор системи:
ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»

Споживач:

**ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ
ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ
СПОЖИВАЧА
(для рівня інформаційного забезпечення А)**

Однолінійна схема: Зазначена в додатку № 7 до даного договору.

1. Вихідні дані для розрахунку втрат електричної енергії в трансформаторах

№ ТП	ЕІС код точки розподілу	Дані трансформатора (за паспортом, згідно з каталогами) (необхідне підкреслити)						Кількість годин роботи обладнання у розрахунковому періоді		Коефіцієнт форми графіка навантаження*
		Номинальна потужність, S_n , кВА	Номинальна напруга, U_n , кВ	Втрати, кВт		Струм н.х., $I_{н.х.}$, %	Напруга к.з., $U_{к.з.}$, %	** Під навантаженням	Під напругою	
				P_n х	P_k з					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

2. Вихідні дані для розрахунку втрат електричної енергії в лініях електропередач.

ЕІС код точки розподілу	Адреса, назва лінії	Дані ЛЕП (за паспортом, згідно з проектною документацією, дані з каталогів)						Кількість годин роботи обладнання у розрахунковому періоді		Коефіцієнт форми графіка навантаження*
		Марка кабелю, дроту, перетин mm^2	Номинальна напруга, U_n , кВ	Питомий опір, Ом/км		Довжина, км	Початок експлуатації КЛ, рік	** Під навантаженням	Під напругою	
				R_0	X_0					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

- коєфіцієнт форми графіка навантаження приймають за таблицями 7.1 – 7.3 Методичних рекомендацій. У випадку неможливості чіткого визначення характеристики споживача (віднесення до тієї чи іншої групи, змішане навантаження, інше), за згодою сторін $K_{\phi}^2 = 1,15$ (абз.2.п. 6.11 Методичних рекомендацій).

** визначається відповідно до додатка 4 до цього Договору («Відомості про обсяги очікуваного споживання електричної енергії Споживачем»)

Оператор системи:
ПАТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»

Споживач:
