



Republica Moldova

AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ

HOTĂRÎRE Nr. HANRE246/2007
din 02.05.2007

cu privire la aprobarea Instrucțiunii privind calcularea pierderilor de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului

Publicat : 06.07.2007 în MONITORUL OFICIAL Nr. 94-97 art. 415 Data intrării în vigoare

În scopul stabilirii modului de determinare a pierderilor de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului și situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare a energiei electrice consumate, în situațiile prevăzute de Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice, aprobat prin Hotărârea Guvernului RM nr.1194 din 22.11.2005, Consiliul de Administrație al Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică, HOTĂRĂȘTE:

Se aprobă Instrucțiunea privind calcularea pierderilor de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului.

Prezenta Instrucțiune se aplică în mod obligatoriu de către toate întreprinderile de distribuție a energiei electrice, indiferent de forma de proprietate, care conform legislației sunt supuse reglementării de către Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică (ANRE).

Se abrogă Instrucțiunea privind calcularea pierderilor de energie electrică în transformatoarele de forță aflate la balanța consumatorului, aprobată prin Hotărârea Consiliului de Administrație ANRE nr.51 din 14.03.2002 și Instrucțiunea privind calcularea pierderilor de energie electrică în liniile electrice aflate la balanța consumatorului, aprobată prin Hotărârea Consiliului de Administrație ANRE nr.69 din 15.11.2002

Director General
Vitalie Iurcu
Nr. 246. Chișinău, 2 mai 2007.

Director
Nicolae Triboi

Director
Anatol Burlacov

Abrobată

Prin Hotărârea Consiliului

De Administrație al ANRE

NR.246 din 02 mai 2007

INSTRUCȚIUNE

privind calcularea pierderilor de energie electrică activă și reactivă

în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului

SCOP

Instrucțiunea are drept scop să stabilească modul de determinare a pierderilor tehnice de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului și situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare a energiei electrice consumate.

DOMENIUL DE APLICARE

Prezenta instrucțiune se aplică la determinarea pierderilor tehnice de energie electrică activă și reactivă în elementele de rețea aflate la balanța consumatorului în situațiile prevăzute de Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice, aprobat prin Hotărârea Guvernului RM nr. 1194 din 22.11.2005, când punctul de măsurare a energiei electrice și punctul de delimitare nu coincid.

DEFINIȚII ȘI NOTĂȚII

3.1. Definiții

În sensul prezentei Instrucțiuni, noțiunile de mai jos au următoarea semnificație:

Perioada de calcul	perioada pentru care se efectuează calculul pierderilor de energie electrică.
Pierderi de putere (energie) electrică	consumul tehnologic de putere (energie) electrică aferent procesului de tranzitare a puterii (energiei) electrice prin elementele rețelei electrice.
Pierderile constante de putere (energie)	pierderile de putere (energie) în transformator, datorate magnetizării miezului și circulației curenților turbionari, precum și fenomenului de histerezis; în linie, datorate efectului corona și curenților de scurgere prin izolatoare.
Pierderile variabile de putere (energie)	pierderile de putere (energie) în înfășurările transformatorului și în conductoarele liniei electrice, datorate tranzitării puterii (energiei) electrice prin ele.

3.2. Notății

DP	pierderile totale de putere activă în elementele rețelei electrice, kW;
DQ	pierderile totale de putere reactivă, kvar;
DP0	pierderile constante de putere activă, kW;
DQ0	pierderile constante de putere reactivă, kvar;
DPs	pierderile variabile de putere activă (pierderi datorate sarcinii), kW;
DQs	pierderile variabile de putere reactivă (pierderi datorate sarcinii), kvar;
DPsc	pierderile active de scurtcircuit, kW;
Wa	energia activă, tranzitată prin elementele rețelei electrice pe parcursul perioadei de facturare, kWh;

Wr	energia reactivă, tranzitată prin elementele rețelei electrice pe parcursul perioadei de facturare, kvarh;
DWa	pierderile totale de energie activă pe parcursul perioadei de facturare, kWh;
DWr	pierderile totale de energie reactivă pe parcursul perioadei de facturare, kvarh;
DW0,a	pierderile constante de energie activă, kWh;
DW0,r	pierderile constante de energie reactivă, kvarh;
DWs,a	pierderile variabile de energie activă, kWh;
DWs,r	pierderile variabile de energie reactivă, kvarh;
Smax	puterea aparentă maximă a sarcinii, înregistrată pe parcursul perioadei de facturare, kVA;
Snom	puterea aparentă nominală a transformatorului, kVA;
T	perioada de facturare, h;
TM	durata de utilizare a puterii aparente maxime, h;
Tf	perioada de funcționare a elementelor rețelei electrice pe parcursul perioadei de facturare, h;
t	durata pierderilor maxime, h;
Unom	tensiunea nominală (primară) a transformatorului, tensiunea nominală a liniei, kV;
cos j	factorul de putere;
tgj	factorul de putere reactivă.
K_f	coeficientul de formă al curbei de sarcină;
R	rezistența liniei, Ohm;
l	lungimea liniei, km;
q	secțiunea conductorului, mm ² ;

METODICA DE CALCUL A PIERDERILOR TEHNICE DE ENERGIE ELECTRICĂ ÎN ELEMENTELE REȚELEI ELECTRICE A CONSUMATORULUI

4.1. Ipoteze de calcul

La calculul pierderilor tehnice de energie electrică în transformator se vor utiliza parametri tehnici ai transformatorului, specificați în pașaportul acestuia. În cazul când consumatorul din careva considerente nu deține pașaportul respectiv, parametri tehnici ai transformatorului se vor lua conform Anexei 1 la prezenta instrucțiune.

În dependență de performanța echipamentului de măsurare, montat la consumator, sunt definite trei situații informaționale în funcție de care se calculează pierderile tehnice de energie electrică în elementele rețelei electrice ale consumatorului.

Situația A - sînt cunoscuți toți parametri necesari calculului pierderilor tehnice de energie electrică în elementele rețelei electrice, inclusiv parametrii regimului de consum (W_a , W_r , curba de sarcină orară, $\cos \varphi$). O asemenea situație este caracteristică unui echipament de măsurare performant.

Situația B - sunt cunoscute volumele de energie activă (W_a) și reactivă (W_r), înregistrate de echipamentul de măsurare, care au fost tranzitate prin elementele rețelei electrice pe parcursul perioadei de facturare. Echipamentul de măsurare nu are posibilitatea să înregistreze parametrii regimului de consum (curba de sarcină orară), necesari calculului pierderilor tehnice de energie electrică în elementele rețelei.

Situația C - este cunoscut doar volumul de energie activă (W_a), care a tranzitat elementele rețelei electrice pe parcursul perioadei de facturare, înregistrat de echipamentul de măsurare. Echipamentul de măsurare nu are posibilitatea să înregistreze parametrii regimului de consum, necesari calculului pierderilor tehnice de energie electrică în elementele rețelei electrice.

4.2. Algoritmul de calcul a pierderilor tehnice de energie electrică în transformatoarele de forță

4.2.1. Generalități

Circulația de putere și energie prin transformator cauzează pierderi de putere activă și reactivă

(1) (2)

precum și pierderi de energie activă și reactivă

(3) (4)

4.2.2. Modalitatea de calcul a pierderilor constante

4.2.2.1. Pierderile constante de putere DP_0 și DQ_0 se determină în baza parametrilor tehnici ai transformatorului. Pierderile DP_0 reprezintă

(5)

date de pașaport (catalog) al transformatorului, iar pierderile DQ_0 se calculează cu formula:

unde atât curentul $I_{10\%}$ cât și capacitatea transformatorului S_{nom} sunt date de pașaport (catalog).

4.2.2.2. Pierderile constante de energie $DW_{0,a}$ și $DW_{0,r}$ se determină conform formulelor:

(6) (7)

4.2.3. Modalitatea de calcul a pierderilor variabile

4.2.3.1. În prezenta instrucțiune pierderile variabile de energie în transformatoare se determină folosind metoda duratei pierderilor maxime.

4.2.3.2. Pierderile variabile de energie activă și reactivă în transformator pe durata de facturare pentru Situația A și Situația B se determină aplicând formulele:

unde:

T_M și t pentru Situația A se determină conform formulelor (15) și (16), iar

pentru Situația B - conform p.4.2.4.;

DPsc reprezintă parametru de pașaport (catalog);

DQsc se calculează cu următoarea formulă:

(10)

Tensiunea de scurtcircuit $usc\%$, capacitatea transformatorului S_{nom} (în kVA) și pierderile de putere activă la scurtcircuit DPsc (în kW) sunt parametri de pașaport (catalog).

4.2.3.3. Pierderile variabile de energie activă și reactivă în transformator pe durata de facturare, pentru Situația C, se determină aplicând formulele:

unde:

TM și t pentru Situația C se determină conform p.4.2.4;

DPsc reprezintă parametru de pașaport (catalog);

DQsc se calculează conform formulei (10);

Wa se calculează în baza indicațiilor echipamentului de măsurare, pentru perioada de facturare (este un parametru cunoscut);

(13)

tgj se calculează cunoscând valoarea factorului de putere $\cos\phi$ aplicând formula:

4.2.3.4 Pentru a determina pierderile de energie în transformatorul consumatorului în Situația B factorul de putere se va calcula cu formula: (14),

iar pentru calcularea cantității de energie reactivă și a pierderilor de energie în transformatorul consumatorului în Situația C se va folosi factorul de putere $\cos\phi = 0,75$ indicat în contractul de furnizare a energiei electrice.

4.2.3.5. Durata de utilizare a puterii aparente maxime TM , precum și durata pierderilor maxime t, pentru Situația A se determină conform relațiilor:

unde:

St - puterea aparentă a sarcinii transformatorului în ora t a perioadei de facturare;

SM - puterea maximă înregistrată pe parcursul perioadei de facturare.

4.2.3.6. Valorile TM și t pentru Situațiile B și C vor fi determinate în mod aproximativ conform p.4.2.4.

Valorile duratei pierderilor maxime t, prezentate în tabelul 1, sunt determinate conform relației:

✘ (17)

Valorile lunare ale duratelor TM și t se calculează în baza relațiilor:

$$TM, \text{ lună} = TM, \text{ an} / 12 \text{ și } t, \text{ lună} = t, \text{ an} / 12$$

4.2.4. Estimarea duratelor TM și t pentru Situațiile B și C

4.2.4.1. Evaluarea duratei de utilizare a puterii aparente maxime TM se efectuează aplicând așa numita metodă TM -mobil.

4.2.4.2. Valorile de calcul ale parametrilor TM și t (ore - pe durata de calcul), în cele din urmă, vor fi alese din șirul valorilor discrete prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

TM, h	167	333	500	667	730
t, h	77	200	383	623	730

Aceste valori lunare corespund valorilor anuale prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

TM, h	2000	4000	6000	8000	8760
t, h	920	2405	4592	7479	8760

4.2.4.3. Alegerea valorilor de calcul TM și t se efectuează prin utilizarea unui parametru auxiliar de calcul W_+ , determinat conform formulei ✘ pentru toate valorile TM indicate în tabelul 1.

Modalitatea de alegere a valorii finale TM este următoarea: pentru valorile cunoscute ale parametrilor S_{nom} și $\cos \varphi$ și pentru valoarea dată W_a se determină cea valoare minimă TM din șirul valorilor discrete 167, 333, etc. (vezi tabelul 1) pentru care este satisfăcută condiția:

$$W_a \leq 0,9 \cdot W_+(TM).$$

4.2.5. Exemple de calcul al pierderilor de energie în transformatoare pentru cele trei situații menționate în p.4.1 sunt prezentate în Anexa 2.

4.3. Algoritmul de calcul a pierderilor tehnice de energie în liniile electrice

4.3.1. Generalități

4.3.1.1. Circulația de putere și energie prin linie cauzează pierderi de putere activă și reactivă

✘

unde:

K_r - coeficient de răsucire (1 - pentru conductor monofilar; 1.02 - pentru conductor multifilar);

K_{tr} - coeficient de traseu, care ia în considerare alungirea liniei din cauza deflecției conductorului liniei electrice aeriene sau montării ne-rectilinie a cablului (se ia egal cu 1,03);

K_c - coeficient care ia în considerație creșterea rezistenței în curent alternativ datorită efectului pelicular și de apropiere precum și datorită pierderilor determinate de curenții induși în mantalele cablurilor ($\alpha=1$ - pentru LEA; pentru cabluri - conform tabelului de mai jos):

Secțiunea conductorului, q , mm ²	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Coeficient K_c	1,006	1,009	1,015	1,020	1,029	1,041	1,056	1,070	1,088	1,108	1,140	1,175	1,234

α - rezistivitatea materialului conductorului la temperatura de 20 oC, α (0,0175 - pentru cupru; 0,0295 - pentru aluminiu; 0,134 - pentru oțel);

l - lungimea liniei, km (indicată în contractul de furnizare a energiei electrice);

q - secțiunea conductorului, mm² (indicată în contractul de furnizare a energiei electrice);

De menționat că în cazul conductorului aluminiu-oțel se ia doar secțiunea aluminiului;

4.3.3. Modalitatea de calcul a pierderilor variabile active în linie

4.3.3.1. În prezenta instrucțiune pierderile variabile de energie în linie se determină folosind metoda sarcinilor medii.

4.3.3.2. Pierderile variabile de energie activă în linie pe durata de facturare se determină aplicând formula:

ΔW , [kWh] (6)

unde:

T_f este perioada de funcționare a liniei pe parcursul perioadei de facturare, h;

W_a se calculează în baza indicațiilor echipamentului de măsurare, pentru perioada de facturare (este un parametru cunoscut), kWh;

W_r în Situația A și Situația B se calculează în baza indicațiilor echipamentului de măsurare, pentru perioada de facturare (este un parametru cunoscut), kvarh

iar, în Situația C se estimează aplicând formula: α ; unde α este factorul de putere indicat în contractul de furnizare a energiei electrice;

K_f este coeficientul de formă al curbei de sarcină

Pentru Situația B și Situația C $K_f=1,15$, iar, pentru Situația A K_f se calculează cu următoarea formulă:

✘ (7)

unde s_t - puterea aparentă a sarcinii liniei în ora t a perioadei de facturare;

U_{nom} este tensiunea nominală a liniei, specificată în contract, kV;

R este rezistența liniei, calculată conform p.4.2.2, Ohm;

4.3.3.3. În cazul liniei monofazate pierderile variabile de energie activă se calculează cu formula (6) înmulțind la 2/3.

4.3.4. Exemple de calcul al pierderilor de energie în linii pentru diferite situații sunt prezentate în Anexa 3.

Anexa 1

Parametrii tehnici ai transformatoarelor

S_{nom} , kVA	U_{sc} , %	ΔP_{sc} , kW	ΔP_0 , kW	I_0 , %
Unom = 10/0,4 kV				
25	4,7	0,69	0,13	3,2
30	5,5	0,85	0,30	9,0
40	4,7	1,00	0,175	3,0
50	5,5	1,325	0,44	8,0
63	4,7	1,47	0,24	2,8
100	4,7	2,27	0,33	2,6
160	4,7	3,10	0,51	2,4
180	5,5	4,1	1,2	7,0
250	4,5	4,20	0,74	2,3
320	4,5	4,99	0,84	7,0
400	4,5	5,90	0,95	2,1
560	4,5	7,2	2,0	5,0
630	5,5	8,50	1,31	2,0
1000	5,5	12,20	2,45	1,4
1600	5,5	18,00	3,30	1,3
1800	5,5	24,0	8,0	4,5
2500	5,5	26,00	4,60	1,0
Unom = 6/0,4 kV				
25	4,7	0,69	0,13	3,2
30	5,5	0,85	0,25	8,0
40	4,7	1	0,175	3,0
63	4,7	1,47	0,24	2,8
100	4,7	2,27	0,33	2,6
160	4,7	3,1	0,51	2,4
180	5,5	4,0	1,0	6,0
250	4,5	4,2	0,74	2,3
320	4,5	5,0	0,8	6,0
400	4,5	5,9	0,95	2,1
560	4,5	7,2	2,0	5,0
630	5,5	8,5	1,31	2,0

1000	5,5	12,2	2,45	1,4
1600	5,5	18	3,3	1,3
1800	5,5	24,0	8,0	4,5
2500	5,5	26	4,6	1,0
Unom = 10/6 kV				
1000	5,5	11,6	2,4	1,4
1600	5,5	16,5	3,3	1,3
1800	5,5	24,0	8,0	4,5
2500	5,5	23,5	4,6	1,0
3200	5,5	37,0	11,0	4,0
4000	6,5	33,5	6,4	0,9
5600	5,5	56,0	18,0	4,0
6300	6,5	46,5	9,0	0,8

Anexa 2

Exemple ce ilustrează metoda de calcul a pierderilor în transformatoarele de forță

Exemplul 1 (Situția A)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică în transformatorul 10/0,4 kV al consumatorului pentru perioada 4 octombrie - 3 noiembrie. În perioada indicată transformatorul a funcționat timp de 528 ore. Echipamentul de măsurare instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului are posibilitatea înregistrării curbei de sarcină activă și reactivă. În baza înregistrărilor echipamentului de măsurare utilizând formulele (15) și (16) au fost calculați $T_M = 447$ h și $t = 413$ h.

De asemenea se cunoaște:

puterea nominală a transformatorului: $S_{nom} = 630$ kVA;

tensiunea nominală (primară) a transformatorului: $U_{nom} = 10$ kV;

consumul de energie activă și reactivă, calculat în baza indicațiilor echipamentului de măsurare pe perioada dată: $W_a = 201000$ kWh și $W_r = 96480$ kVarh;

parametrii tehnici ai transformatorului: $usc\% = 5,5\%$; $DP_{sc} = 8,5$ kW; $DP_0 = 1,31$ kW; $I_0\% = 2,0\%$.

Rezolvare:

Durata de calcul reprezintă durata reală de funcționare a transformatorului: $T_f = 528$ h.

Pierderile constante de energie în transformator pe perioada de calcul:



Exemplul 2 (Situția B)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică în transformatorul consumatorului pentru perioada 13 aprilie-12 mai. În perioada indicată transformatorul a funcționat timp de 696 ore. Echipamentul de măsurare instalat la partea de 0,4 kV a

transformatorului are capacitatea de a înregistra consumul de energie activă și reactivă.

De asemenea se cunoaște:

puterea nominală a transformatorului: $S_{nom} = 400 \text{ kVA}$;

tensiunea nominală (primară) a transformatorului: $U_{nom} = 10 \text{ kV}$;

consumul de energie activă și reactivă, calculat în baza indicațiilor echipamentului de măsurare pe perioada dată: $W_a = 53954 \text{ kWh}$ și $W_r = 39062 \text{ kVarh}$;

parametrii tehnici ai transformatorului: $usc\% = 4,5\%$; $DP_{sc} = 5,9 \text{ kW}$; $DP_0 = 0,95 \text{ kW}$; $I_0\% = 2,1 \%$.

Rezolvare:

Durata de calcul reprezintă durata reală de funcționare a transformatorului: $T_f = 696 \text{ h}$.

Factorul de putere $\cos\phi$:



Duratele TM și t

Pentru valorile $S_{nom} = 400 \text{ kVA}$, $\cos\phi = 0,81$ și $W_a = 53954 \text{ kWh}$, aplicăm cerințele 4.2.4 pentru a calcula TM și t.



Exemplul 3 (Situația C)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică în transformatorul 10/0,4kV a consumatorului pentru perioada de 28 zile. Echipamentul de măsurare instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului înregistrează numai cantitatea de energie activă.

De asemenea se cunoaște:

puterea nominală a transformatorului: $S_{nom} = 63 \text{ kVA}$;

tensiunea nominală (primară) a transformatorului: $U_{nom} = 10 \text{ kV}$;

factorul de putere indicat în contractul de furnizare: $\cos\phi = 0,75$;

consumul de energie activă înregistrat de contor pe perioada dată - $W_a = 20100 \text{ kWh}$;

parametrii tehnici ai transformatorului: $usc\% = 4,7\%$; $DP_{sc} = 1,47 \text{ kW}$; $DP_0 = 0,24 \text{ kW}$, $I_0\% = 2,8\%$.

Rezolvare:





Anexa 3

Exemple ce ilustrează metoda de calcul a pierderilor tehnice de energie în liniile electrice

Exemplul 1 (Situația A)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică activă în linia electrică aeriană 10 kV a consumatorului pentru perioada 4 octombrie - 3 noiembrie. În perioada indicată linia a funcționat timp de 528 ore. Linia leagă punctul de delimitare și transformatorul 10/0,4 kV - proprietate a consumatorului. Energia intrată în transformator pe parcursul perioadei de funcționare a constituit: activă - 203892 kWh și reactivă - 111793 kvarh. Echipamentul de măsurare instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului are posibilitatea înregistrării curbei de sarcină activă și reactivă. În baza înregistrărilor echipamentului de măsurare utilizând formula (7) a fost calculat $K_r=1,18$.

De asemenea se cunoaște:

lungimea liniei: $l=1,5$ km;

secțiunea liniei: $s=70$ mm²;

conductorul: aluminiu, multifilar.

Rezolvare:

Durata de calcul reprezintă durata reală de funcționare a liniei: $T_f = 528$ h.

Rezistența liniei:

Ω

3. Pierderile variabile de energie activă în linie pe perioada de calcul:

kWh

Exemplul 2 (Situația B)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică activă în linia electrică în cablu 10 kV a consumatorului pentru perioada 13 aprilie - 12 mai. În perioada indicată linia a funcționat timp de 696 ore. Linia leagă punctul de delimitare și transformatorul 10/0,4 kV - proprietate a consumatorului. Echipamentul de măsurare instalat la partea de 10 kV a transformatorului are capacitatea de a înregistra consumul de energie activă și reactivă. Energia intrată în transformator pe parcursul perioadei de funcționare a constituit: activă - 54910 kWh și reactivă - 45721 kvarh.

De asemenea se cunoaște:

lungimea liniei: $l=0,15$ km;

secțiunea liniei: $q = 50$ mm²;

conductor: aluminiu, monofilar.

Rezolvare:

1. Durata de calcul reprezintă durata reală de funcționare a liniei: $T_f = 696$ h.

2. Rezistența liniei:

Ω

3. Pierderile variabile de energie activă în linie pe perioada de calcul:

kWh

Exemplul 3 (Situația C)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică activă în linia electrică în cablu 0,38 kV a consumatorului pentru perioada de 28 zile. Consumatorul a fost obligat să-și instaleze contor de energie reactivă, însă prescripția nu a fost executată. În perioada de calcul echipamentul de măsurare instalat la capătul liniei opus punctului de delimitare înregistrează numai consumul de energie activă. Consumul de energie activă înregistrat pe parcursul perioadei de funcționare a constituit: 20100 kWh.

De asemenea se cunoaște:

Exemplul 4 (Situația C)

Se cere determinarea pierderilor tehnice de energie electrică activă în linia electrică în cablu 0,38 kV a consumatorului pentru perioada de 30 zile. Echipamentul de măsurare instalat la capătul liniei opus punctului de delimitare înregistrează numai consumul de energie activă. Conform normelor, consumatorul nu este obligat să-și instaleze contor de energie reactivă. Consumul de energie activă înregistrat pe parcursul perioadei de funcționare a constituit: 6100 kWh.

De asemenea se cunoaște: