

AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE ÎN ENERGETICĂ

Hotărâre cu privire aprobarea "Instrucțiunii privind
calcularea consumului tehnologic de energie electrică
în rețelele de distribuție în dependență de valoarea
factorului de putere în instalațiile de utilizare ale
consumatorilor"

Nr.89 din 13.03.2003

Monitorul Oficial al R.Moldova nr.99-103/139 din 06.06.2003

* * *

În procesul de activitate privind implementarea "Instrucțiunii privind calcularea cantității de energie reactivă generată sau consumată de instalațiile de utilizare a consumatorului", aprobată prin Hotărârea ANRE nr. 51 din 14 martie 2002, s-au constatat unele dificultăți privind modul de aplicare de către furnizorii de energie electrică a acestei instrucțiuni. Dificultățile apărute au fost cauzate de faptul că unele prevederi stipulate în instrucțiune, specifice sectorului energetic, sînt tratate în mod diferit în contextul altor acte legislative în vigoare.

Ținînd cont de cele expuse, în scopul excluderii contradicțiilor cu alte acte normative, Consiliul de Administrație al ANRE HOTĂRĂȘTE:

1. Se aprobă "Instrucțiunea privind calcularea consumului tehnologic de energie electrică în rețelele de distribuție în dependență de valoarea factorului de putere în instalațiile de utilizare ale consumatorilor", anexată la prezenta Hotărâre.

2. Se abrogă "Instrucțiunea privind calcularea cantității de energie reactivă consumată sau generată de instalația de utilizare a consumatorului", aprobată prin Hotărârea Consiliului de Administrație al ANRE nr. 51 din 14 martie 2002.

3. Se abrogă Hotărârea Consiliului de Administrație al ANRE nr. 64 din 7 iunie 2002 privind modificarea Hotărîrii ANRE privind tarifele la energia electrică.

[Pct.4 abrogat prin Hot. ANRE nr.101 din 24.06.03, în vigoare 01.07.03]

DIRECTOR GENERAL
AL AGENȚIEI NAȚIONALE
PENTRU REGLEMENTARE
ÎN ENERGETICĂ

Nicolae TRIBOI

Director

Marin Profîr

Director

Vasile Carafizi

Chișinău 13 martie 2003.

Nr. 89.

Aprobată
prin Hotărârea Consiliului de
Administrație al ANRE
nr. 89 din 13 martie 2003

Instrucțiunea privind calcularea consumului tehnologic
de energie electrică în rețelele de distribuție în dependență
de valoarea factorului de putere în instalațiile de utilizare
ale consumatorilor

1. Scopul

Prezenta instrucțiune are scopul de a stimula consumatorii de energie electrică să mențină un factor de putere stabil în instalațiile lor de utilizare. Instrucțiunea stabilește modul și condițiile

calculării, de către furnizorul de energie electrică, a consumului tehnologic de energie activă în rețelele de distribuție, în dependență de valoarea factorului de putere în instalațiile de utilizare ale consumatorilor, furnizorul avînd dreptul să includă acest consum în factura de plată a consumatorului. Consumul tehnologic va fi facturat atît în cazul consumului de energie reactivă din rețeaua de distribuție, cît și în cazul injectării energiei reactive în rețea de instalațiile de compensare ale consumatorului.

2. Domeniul de aplicare

Prevederile instrucțiunii se aplică tuturor consumatorilor cu puterea permisă de 50 kVA și mai mult și consumul lunar de energie activă de 10000 kWh și mai mult, racordați la rețelele de distribuție cu tensiunea de 0.4 kV sau 10 kV (cu excepția consumatorilor casnici, asociațiilor de proprietari ai locuințelor privatizate, cooperativelor de construcții a locuințelor, condominiurilor în fondul locativ, căminelor, asociațiilor pomilegumicole și consumului de energie electrică pentru spațiile comune din blocurile de locuit). Calculul consumului tehnologic se va efectua separat pentru fiecare loc de consum.

3. Definiții

Consum tehnologic - în sensul prezentei instrucțiuni, se înțelege pierderea de energie activă cauzată de circulația prin rețeaua de distribuție a energiei reactive consumate sau injectate de instalația de utilizare a consumatorului, care se calculează conform prezentei instrucțiuni în baza indicațiilor echipamentelor de măsurare instalate la consumatori;

Puterea permisă - putere aparentă care se calculează luîndu-se în considerare tensiunea și curentul nominal la care este dimensionat contorul de energie activă instalat la consumator sau curentul primar nominal al transformatoarelor de curent, în cazul în care contoarele de energie activă se conectează la rețeaua electrică prin intermediul transformatoarelor de curent;

Energia reactivă consumată - cantitatea de energie reactivă consumată de instalația de utilizare a consumatorului din rețeaua de distribuție, măsurată sau calculată în punctul de delimitare;

Energie reactivă injectată - cantitatea de energie reactivă generată în rețeaua de distribuție de instalațiile de compensare a puterii reactive ale consumatorului în regim de supracompensare, măsurată sau calculată în punctul de delimitare;

Regim de funcționare - regim stabilit în Axena nr. 2 a Contractului a instalațiilor de furnizare a energiei electrice, prin care compensare a puterii sînt stipulate perioadele de timp și puterea reactive reactivă admisă a fi injectată în rețeaua de distribuție în perioadele respective;

Puterea reactivă - puterea instalațiilor de compensare, admisă a admisă a instalațiilor fi injectată în rețea conform regimului de

de compensare funcționare a instalațiilor de compensare stabilit prin contractul de furnizare a energiei electrice;

Durata de funcționare - perioadă a zilei în care este admisă permisă a instalații- funcționarea instalațiilor de compensare ale lor de compensare consumatorului în regim de supracompensare, conform Anexei nr. 2 la Contractul de furnizare a energiei electrice;

4. Condițiile de facturare a consumului tehnologic în dependență de valoarea factorului de putere în instalația de utilizare a consumatorului

4.1. Consumatorii cu puterea permisă de 50 kVA și mai mult sînt obligați să-și instaleze contor de energie reactivă inductivă. Consumatorii care au compensatoare de putere reactivă sunt obligați să-și instaleze atît contor de energie reactivă inductivă cît și contor de energie reactivă capacitivă.

4.2. Furnizorul va factura consumul tehnologic în cazul în care pe parcursul perioadei de facturare pentru care se emite factura, factorul de putere, $\cos\phi$, calculat în punctul de delimitare este mai mic de 0,92 pentru consumatorul racordat la rețeaua electrică de tensiune 0,4 kV și 0,87 la rețeaua electrică de tensiune 10(6) kV.

4.3. Atunci cînd Consumatorul nu și-a instalat contor de energie reactivă inductivă în termenul stabilit de către furnizor/distribuitor (care nu poate fi mai mic de o lună) precum și în cazul deteriorării contorului de energie reactivă de către consumator sau intervenției consumatorului în funcționarea normală a contorului de energie reactivă, furnizorul de energie electrică este în drept să determine consumatorului cantitatea de energie reactivă și să factureze consumul tehnologic aplicînd valoarea factorului de putere $\cos\phi = 0,7$ la 10(6) kV sau $\cos\phi = 0,75$ la 0,4 kV în punctul de măsurare a energiei active. În cazul defectării contorului de energie reactivă inductivă nu din vina consumatorului furnizorul va determina cantitatea de energie reactivă inductivă aplicînd un factor de putere $\cos\phi$ mediu ponderat calculat pentru trei luni precedente momentului ultimei citiri a contorului nedeteriorat.

4.4. Factorul de putere, $\cos\phi$ se va calcula pentru punctul de delimitare conform indicațiilor contoarelor de energie activă și reactivă, luîndu-se în considerație pierderile tehnice de energie electrică în transformatoarele de forță, liniile electrice și bransamentele situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare a energiei electrice.

5. Metodologia de calcul a consumului tehnologic

5.1. Cantitatea de energie reactivă inductivă pentru care va fi facturat consumul tehnologic, se calculează în următorul mod:

a) se determină cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{ri0} , ce corespunde factorului de putere $\cos\phi = 0,92$ sau $\cos\phi = 0,87$ (după caz), conform următoarei relații:

$$\begin{aligned} W_{ri0} &= 0,426 \times W_a \text{ (pentru } \cos\phi = 0,92) \\ \text{sau } W_{ri0} &= 0,567 \times W_a \text{ (pentru } \cos\phi = 0,87) \end{aligned} \quad (1)$$

unde W_a este cantitatea de energie activă consumată, determinată în punctul de delimitare pentru perioada de facturare, kWh;

0,426 este valoarea tangentei ce corespunde factorului de putere $\cos\phi = 0,92$.

0,567 este valoarea tangentei ce corespunde factorului de putere $\cos\phi = 0,87$.

b) se determină cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{rif} , pentru care va fi facturat consumul tehnologic, conform relației:

$$W_{rif} = W_{ric} - W_{ri0} \quad (2)$$

unde W_{ric} este cantitatea de energie reactivă inductivă măsurată (determinată) în punctul de delimitare pentru perioada de facturare, kVArh.

5.2. Furnizorul este în drept să factureze consumul tehnologic cauzat de energia reactivă capacitivă W_{rcf} , injectată de instalația de utilizare a consumatorului în rețeaua de distribuție, dacă consumatorul nu a respectat regimul de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, stabilit în contractul de furnizare a energiei electrice. Prin nerespectarea regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive se înțelege conectarea instalațiilor de compensare cu o putere mai mare decât cea stipulată în contract sau funcționarea instalațiilor respective în afara duratelor de timp permise, conform Anexei 2 la contractul de furnizare a energiei electrice.

5.3. Cantitatea de energie reactivă capacitivă, W_{rcf} , injectată de instalația de utilizare a consumatorului în rețeaua de distribuție, pentru care se va factura consumul tehnologic, în cazul în care consumatorul nu a respectat regimul de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive și regimul de funcționare nu este înregistrat de echipamentul de măsurare, se determină conform relației:

$$W_{rcf} = W_{rcc} - W_{rc0} \quad (3)$$

unde W_{rcc} - cantitatea de energie reactivă capacitivă injectată de instalația de utilizare a consumatorului în rețeaua de distribuție în perioada de facturare, determinată în baza indicațiilor contorului de energie reactivă capacitivă, kVArh;

în cazul când punctul de măsurare nu coincide cu punctul de delimitare, W_{rcc} se determină ca diferența dintre indicațiile contorului de energie reactivă capacitivă și pierderile de energie reactivă inductivă în instalațiile electrice (transformatoare de forță, linii electrice și bransamente) situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare;

W_{rc0} - cantitatea de energie reactivă capacitivă, în kVArh, care se admite să fie injectată în rețeaua de distribuție conform regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, calculată ca produsul dintre puterea admisă a instalațiilor de compensare și durata de funcționare permisă.

5.4. În cazul în care se înregistrează regimul orar de funcționare a instalațiilor de compensare, cantitatea de energie reactivă capacitivă se va calcula drept sumă a cantităților de energie reactivă capacitivă generate în rețeaua de distribuție pe parcursul perioadelor în care nu se respectă regimul de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, utilizându-se următoarea relație:

$$W_{rcf} = \sum (Q_{ri} - Q_{ci}) \times T_i - \Delta W_{ri} \quad (4)$$

unde Q_{ri} - puterea efectivă a instalațiilor de compensare a puterii reactive, conectate la rețeaua electrică pe parcursul perioadei de timp

i, kVAr;

Qci - puterea admisă a instalațiilor de compensare a puterii reactive, (conform Anexei 2 la contractul de furnizare a energiei electrice) pentru durata de funcționare permisă i, kVAr;

Delta Wri - pierderile de energie reactivă inductivă în instalațiile electrice (transformatoare de forță, linii electrice și bransamente), situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare, pe parcursul duratei de timp Ti, kVArh;

Ti - durata perioadei de timp i, h (ore).

5.5. În cazul în care furnizorul nu permite consumatorului ca instalațiile de compensare a puterii reactive să funcționeze în regim de supracompensare (conform Anexei 2 la contractul de furnizare a energiei electrice), cantitatea de energie reactivă capacitivă, injectată de instalațiile consumatorului în rețeaua de distribuție în perioada de facturare, se determină în felul următor:

a) dacă contorul este instalat în punctul de delimitare, cantitatea de energie reactivă injectată în rețeaua de distribuție este energia măsurată de contorul de energie reactivă capacitivă;

b) dacă punctul de delimitare și punctul de măsurare nu coincid, cantitatea de energie reactivă injectată în rețeaua de distribuție este calculată ca diferența dintre energia măsurată de contor și pierderile tehnice de energie reactivă în instalațiile electrice situate între punctul de delimitare și punctul de măsurare.

5.6. Consumul tehnologic inclus în factura consumatorului se va calcula conform relației:

$$CT = kC \times (W_{rif} + W_{ref}) \quad (5)$$

unde: kC - coeficientul de conversie a energiei reactive în energie activă, ce reprezintă creșterea specifică a pierderii de energie activă în rețeaua de distribuție în rezultatul circulației energiei reactive, {kWh / kVArh} . kC = 0,1 kWh / kVArh.

6. Exemple de calcul

6.1. Exemple de calcul al cantității de energie reactivă inductivă și al consumului tehnologic facturat consumatorului

Exemplul 6.1.1. Este cunoscută cantitatea de energie activă furnizată consumatorului în timp de o lună, măsurată în punctul de delimitare (0,4 kV), calculată conform indicațiilor contorului $W_a = 10000$ kWh și cantitatea de energie reactivă inductivă $W_{ric} = 4260$ kVArh.

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{rif} , respectiv consumul tehnologic inclus în factura consumatorului.

Rezolvare: Se determină valoarea factorului de putere conform relației:

$$\text{tgf} = \frac{W_{ric}}{W_a} = \frac{4260}{10000} = 0,426$$

$$\text{cosf} = \frac{1}{1 + \text{tgf}^2} = \frac{1}{1 + 0,426^2} = 0,92$$

Conform p.4.2. al prezentei instrucțiuni, consumul tehnologic va fi inclus în factura consumatorului dacă $\text{cosf} < 0,92$ la tensiunea 0,4 kV. Deoarece $\text{cosf} = 0,92$, consumatorul nu va achita consumul tehnologic.

Exemplul 6.1.2. Este cunoscută cantitatea de energie activă furnizată consumatorului în timp de o lună, măsurată în punctul de delimitare (10 kV) și calculată conform indicațiilor contorului $W_a =$

10200 kWh și cantitatea de energie reactivă inductivă $W_{ric} = 5000$ kVArh.

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{rif} , respectiv consumul tehnologic inclus în factura consumatorului.

Rezolvare: Se determină valoarea factorului de putere conform relației:

$$\text{tgf} = \frac{W_{ric}}{W_a} = \frac{5000}{10200} = 0,49$$

$$\text{cosf} = \frac{1}{1 + \text{tg}^2 f} = \frac{1}{1 + 0,49^2} = 0,898$$

Deoarece $\text{cosf} = 0,898 > 0,87$, consumatorul nu va achita consumul tehnologic.

Exemplul 6.1.3. Este cunoscută cantitatea de energie activă furnizată consumatorului în timp de o lună, măsurată în punctul de delimitare (6 kV) și calculată conform indicațiilor contorului $W_a = 10200$ kWh și cantitatea de energie reactivă inductivă $W_{ric} = 6500$ kVArh.

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{rif} , respectiv consumul tehnologic inclus în factura consumatorului.

Rezolvare: Se determină valoarea factorului de putere conform relației:

$$\text{tgf} = \frac{W_{ric}}{W_a} = \frac{6500}{1200} = 0,637$$

$$\text{cosf} = \frac{1}{1 + \text{tg}^2 f} = \frac{1}{1 + 0,637^2} = 0,843$$

Deoarece factorul de putere este mai mic de 0,87, consumatorul va achita consumul tehnologic.

Se determină cantitatea de energie reactivă inductivă ce revine factorului de putere $\text{cosf} = 0,87$.

$$W_{ri0} = 0,567 \times W_a = 0,567 \times 10200 = 5783 \text{ kVArh}$$

Cantitatea de energie reactivă inductivă pentru care va fi facturat consumul tehnologic va fi:

$$W_{rif} = 6500 - 5783 = 717 \text{ kVArh.}$$

Respectiv, consumul tehnologic:

$$CT = k_c \times W_{rif} = 0,1 \times 717 = 71,7 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.1.4. Transformatorul cu puterea de 100 kVA aparține consumatorului. Echipamentul de măsurare este instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului. Cantitățile de energie activă și reactivă inductivă, calculate conform indicațiilor echipamentului de măsurare pentru durata de timp de o lună, sunt $W_a = 12000$ kWh și $W_{ric} = 5000$ kVArh. Punctul de delimitare se află la partea primară a transformatorului de putere (10 kV).

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă W_{rif} , respectiv consumul tehnologic inclus în factura consumatorului.

Rezolvare: Determinăm valoarea factorului de putere în punctul de măsurare:

$$\text{tgfm} = \frac{W_r}{W_a} = \frac{5000}{12000} = 0,417 \text{ de unde } \text{cosf} = 0,923.$$

Conform metodologiei de calcul descrise în p.5 al "Instrucțiunii privind calcularea pierderilor de energie electrică în transformatoare de forță aflate la balanța consumatorului" determinăm că pierderile de energie activă în transformator $\Delta W_a = 344$ kWh, iar pierderile de energie reactivă inductivă $\Delta W_r = 2049$ kVArh.

Adăugăm pierderile tehnice de energie electrică în transformator la cantitatea de energie înregistrată de echipamentul de măsurare, obținând

consumul în punctul de delimitare

$$W_{ad} = W_a + \Delta W_a = 12000 + 344 = 12344 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \Delta W_r = 5000 + 2049 = 7049 \text{ kVArh}$$

Se determină valoarea factorului de putere în punctul de delimitare conform relației:

$$\text{tgf} = \frac{W_{rd}}{W_{ad}} = \frac{7049}{12344} = 0,571$$

$$\cos f = \frac{1}{1 + \text{tg}^2 f} = \frac{1}{1 + 0,571^2} = 0,868$$

Deoarece factorul de putere este mai mic de 0,87, consumatorul va plăti consumul tehnologic.

Cantitatea de energie reactivă inductivă ce corespunde factorului de putere 0,87 este următoarea:

$$W_{ri0} = W_{ad} \times \text{tgf} = 12344 \times 0,567 = 6999 \text{ kVArh}$$

Cantitatea de energie reactivă inductivă pentru care se va factura consumul tehnologic:

$$W_{rif} = W_{rd} - W_{ri0} = 7049 - 6999 = 50 \text{ kVArh.}$$

Valoarea consumului tehnologic:

$$CT = k \times W_{rif} = 0,1 \times 50 = 5 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.1.5. Este cunoscută cantitatea de energie activă furnizată consumatorului în timp de o lună, măsurată în punctul de delimitare (0,4 kV), calculată conform indicațiilor contorului $W_a = 10200 \text{ kWh}$. Contorul de energie reactivă inductivă lipsește. În acest caz se aplică valoarea $\cos f = 0,75$.

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă, respectiv consumul tehnologic facturat consumatorului.

Rezolvare: Se determină cantitatea de energie reactivă inductivă ce a fost consumată de consumator conform relației:

$$W_{ric} = W_a \times \text{tgf};$$

$$\text{tgf} = \arccos 0,75 = 0,882$$

$$\text{Deci, } W_{ric} = 10200 \times 0,882 = 8996 \text{ kVArh.}$$

Cantitatea de energie reactivă inductivă pentru care consumatorului i se va factura consumul tehnologic se calculează conform relației:

$$W_{rif} = W_{ric} - W_{ri0},$$

$$\text{unde } W_{ri0} = W_a \times 0,426 = 10200 \times 0,426 = 4345 \text{ kVArh}$$

$$\text{Deci, } W_{rif} = 8996 - 4345 = 4651 \text{ kVArh.}$$

$$\text{Respectiv: } CT = 0,1 \times 4651 = 465 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.1.6. Transformatorul cu puterea de 63 kVA aparține consumatorului. Echipamentul de măsurare este instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului. Cantitatea de energie activă calculată conform indicațiilor echipamentului de măsurare pentru durata de timp de o lună este $W_a = 12000 \text{ kWh}$. Contorul de energie reactivă lipsește. În acest caz se aplică valoarea $\cos f = 0,75$. Punctul de delimitare se află la partea primară a transformatorului de putere (10 kV).

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă W_{rif} , respectiv consumul tehnologic facturat consumatorului.

Rezolvare: 1) Se determină cantitatea de energie reactivă în punctul de măsurare ce corespunde $\cos f = 0,75$ conform relației:

$$W_{ric} = W_a \times \text{tgf};$$

$$\text{tgf} = \arccos 0,75 = 0,882$$

$$\text{Deci, } W_{ric} = 12000 \times 0,882 = 10584 \text{ kVArh.}$$

2) Determinăm pierderile tehnice de energie în transformator.

Conform metodologiei de calcul descrise în p.5 al "Instrucțiunii privind calcularea pierderilor de energie electrică în transformatoare de forță aflate la balanța consumatorului" calculăm pierderile de energie activă în transformator $W_a = 344 \text{ kWh}$, iar pierderile de energie reactivă inductivă $W_r = 1558 \text{ kVArh}$.

Adăugăm pierderile tehnice de energie electrică în transformator la cantitatea de energie înregistrată de echipamentul de măsurare, obținând consumul în punctul de delimitare

$$W_{ad} = W_a + \Delta W_a = 12000 + 344 = 12344 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \Delta W_r = 10584 + 1558 = 12142 \text{ kVArh}$$

Se determină cantitatea de energie reactivă inductivă în punctul de delimitare ce corespunde factorului de putere $\cos\phi = 0,87$ conform relației:

$$W_{ri0} = W_{ad} \times 0,567 = 12344 \times 0,567 = 6999 \text{ kVArh}$$

$$\text{Deci, } W_{rif} = W_{rd} - W_{ri0} = 12142 - 6999 = 5143 \text{ kVArh.}$$

$$\text{și } CT = 0,1 \times 5143 = 514,3 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.1.7. Este cunoscută cantitatea de energie activă consumată de consumator în timp de o lună, măsurată în punctul de delimitare (10 kV) conform indicațiilor contorului de energie activă $W_a = 25000 \text{ kWh}$. Contorul de energie reactivă lipsește. În acest caz se aplică valoarea $\cos\phi = 0,7$.

Să se determine cantitatea de energie reactivă inductivă, W_{rif} , pentru care va fi facturat consumul tehnologic.

Rezolvare: Se determină cantitatea de energie reactivă în punctul de măsurare conform relației:

$$W_{ric} = W_a \times \tan(\arccos 0,7) = 25000 \times 1,02 = 25500 \text{ kVArh.}$$

Calculăm cantitatea de energie reactivă inductivă ce corespunde factorului de putere $\cos\phi = 0,87$:

$$W_{ri0} = W_a \times \tan(\arccos 0,87) = 25000 \times 0,567 = 14175 \text{ kVArh.}$$

$$\text{Deci, } W_{rif} = W_{ric} - W_{ri0} = 25500 - 14175 = 11325 \text{ kVArh.}$$

$$\text{și } CTS = 0,1 \times 11325 = 113,25 \text{ kWh}$$

6.2. Exemple de calcul al cantității de energie reactivă capacitivă și a consumului tehnologic facturat consumatorului

Exemplul 6.2.1. Cantitatea de energie reactivă capacitivă, conform indicațiilor contorului de energie reactivă capacitivă care este instalat în punctul de delimitare, $W_{rc0} = 600 \text{ kVArh}$. Conform regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive cantitatea de energie reactivă permisă a fi injectată în rețeaua de distribuție, $W_{rc0} = 300 \text{ kVArh}$.

Să se determine cantitatea de energie reactivă capacitivă pentru care se va factura consumul tehnologic.

Rezolvare: Cantitatea de energie reactivă capacitivă, pentru care se va factura consumul tehnologic, se determină conform relației:

$$W_{rcf} = W_{rc0} - W_{rc0} = 600 - 300 = 300 \text{ kVArh.}$$

$$CT = 0,1 \times 300 = 30 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.2.2. Transformatorul cu puterea de 160 kVA aparține consumatorului. Echipamentul de măsurare este instalat la partea de 0,4 kV a transformatorului. Cantitatea de energie activă calculată conform indicațiilor echipamentului de măsurare pentru durata de timp de o lună este $W_a = 18000 \text{ kWh}$. Indicațiile contorului de energie reactivă inductivă sînt $W_{ri} = 300 \text{ kVArh}$ și a contorului de energie reactivă capacitivă - $W_{rc} = 1235 \text{ kVArh}$. Punctul de delimitare se află la partea

primară a transformatorului de putere (10 kV). Conform regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, consumatorului nu i se permite de a injecta energie reactivă în rețeaua de distribuție. Perioada de facturare este de 30 zile.

Să se determine consumul tehnologic facturat consumatorului.

Rezolvare: Pierderile de energie în transformator, pentru perioada dată de facturare, sunt:

$$\Delta W_{at} = 476 \text{ kWh}; \Delta W_{rt} = 2981 \text{ kVArh}$$

Adunăm pierderile tehnice de energie electrică în transformator la cantitatea de energie înregistrată de echipamentul de măsurare, obținând consumul în punctul de delimitare:

$$W_{ad} = W_a + \Delta W_{at} = 18000 + 476 = 18476 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \Delta W_{rt} = 300 + 2981 = 3281 \text{ kVArh}$$

Se determină valoarea factorului de putere în punctul de delimitare (10 kV):

$$\text{tg}\phi = W_{rd} / W_a = 12050 / 18507 = 0,178$$

$$\cos\phi = \frac{1}{1 + \text{tg}^2\phi} = \frac{1}{1 + 0,178^2} = 0,985$$

Deoarece valoarea factorului de putere în punctul de delimitare este $0,985 > 0,92$, consumatorului nu i se va factura consumul tehnologic pentru energia reactivă inductivă consumată din rețeaua de distribuție.

Cantitatea de energie reactivă capacitivă injectată în rețeaua de distribuție, se determină conform relației:

$$W_{rc} = W_{rc} - \Delta W_{rt} = 1235 - 2981 = - 1746 \text{ kVArh}.$$

Prin urmare, instalațiile consumatorului nu au injectat în rețeaua de distribuție energie reactivă capacitivă și, respectiv, consumatorul nu va plăti consumul tehnologic.

Exemplul 6.2.3. Conform regimului înregistrat de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, s-a stabilit că pe parcursul a 15 zile a perioadei de facturare, de la 9.00 pînă la 12.00 și de la 18.00 pînă la 22.00, consumatorul a conectat la rețeaua electrică puterea reactivă capacitivă, $Q = 30 \text{ kVAr}$, cea admisă fiind $Q_0 = 20 \text{ kVAr}$.

Să se determine cantitatea de energie reactivă capacitivă pentru care se va factura consumul tehnologic.

Rezolvare: Cantitatea de energie reactivă capacitivă, se determină ca suma cantităților de energie reactivă capacitivă, pe care consumatorul respectiv le-a injectat în rețeaua de distribuție pe parcursul intervalelor respective de timp fără a avea permisiunea de a face aceasta:

a) pe parcursul intervalului de la 9.00 pînă la 12.00 consumatorul a generat cantitatea de energie reactivă capacitivă

$$W_{rc1} = Q \times T_1 = 30 \text{ kVAr} \times (3 \text{ h} \times 15) = 1350 \text{ kVArh}.$$

b) pe parcursul intervalului de la 18.00 pînă la 22.00 consumatorul a generat cantitatea de energie reactivă capacitivă

$$W_{rc2} = Q \times T_2 = 30 \text{ kVAr} \times (4 \text{ h} \times 15) = 1800 \text{ kVArh}.$$

c) cantitatea de energie reactivă capacitivă, ce putea fi injectată în rețeaua de distribuție se determină conform relației

$$W_{rc0} = Q_0 \times (T_1 + T_2) = 20 \text{ kVAr} \times (15 \times (3 + 4) \text{ h}) = 2100 \text{ kVArh}.$$

d) cantitatea de energie reactivă capacitivă pentru care consumatorului i se va factura consumul tehnologic se determină ca

diferența dintre cantitatea de energie reactivă capacitivă efectiv injectată în rețeaua de distribuție și cea admisă conform regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive.

$$W_{rcf} = W_{rc1} + W_{rc2} - W_{rc0} = 1350 + 1800 - 2100 = 1050 \text{ kVArh.}$$

$$CT = 0,1 \times 1050 = 105,0 \text{ kWh}$$

Exemplul 6.2.4. Conform regimului înregistrat de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, s-a stabilit că pe parcursul perioadei de facturare, 30 zile, de la 9.00 până la 12.00 și de la 18.00 până la 22.00, consumatorul a conectat la rețeaua electrică puterea reactivă capacitivă, $Q = 30 \text{ kVAr}$, cea admisă fiind $Q_0 = 20 \text{ kVAr}$. Transformatorul cu puterea de 63 kVA se află în proprietatea consumatorului. Consumul de energie activă calculat conform indicațiilor contorului de energie activă $W_a = 12000 \text{ kWh}$. Consumul de energie reactivă inductivă calculat conform indicațiilor contorului de energie reactivă inductivă $W_{ric} = 3500 \text{ kVArh}$. Punctul de măsurare este la tensiunea secundară (0,4 kV) a transformatorului, punctul de delimitare fiind la tensiunea primară a transformatorului (10 kV).

Să se determine cantitatea de energie reactivă capacitivă pentru care se va factura consumul tehnologic.

Rezolvare: Cantitatea de energie reactivă capacitivă se determină ca suma cantităților de energie reactivă capacitivă, pe care consumatorul respectiv le-a generat în sistem pe parcursul intervalelor respective de timp fără a avea permisiunea de a face aceasta.

a) pe parcursul intervalului de la 9.00 până la 12.00 consumatorul a generat cantitatea de energie reactivă capacitivă

$$W_{rc1} = Q \times T_1 = 30 \text{ kVAr} \times (3 \text{ h} \times 30) = 2700 \text{ kVArh.}$$

b) pe parcursul intervalului de la 18.00 până la 22.00 consumatorul a generat cantitatea de energie reactivă capacitivă

$$W_{rc2} = Q \times T_2 = 30 \text{ kVAr} \times (4 \text{ h} \times 30) = 3600 \text{ kVArh.}$$

c) cantitatea de energie reactivă capacitivă, ce putea fi injectată în rețeaua de distribuție se determină conform relației

$$W_{rc0} = Q_0 \times (T_1 + T_2) = 20 \text{ kVAr} \times (30 \times (3 + 4) \text{ h}) = 4200 \text{ kVArh.}$$

d) pierderile de energie reactivă inductivă în transformatorul consumatorului, calculate conform metodologiei de calcul descrise în p.5 al "Instrucțiunii privind calcularea pierderilor de energie electrică în transformatoare de forță aflate la balanța consumatorului" constituie $\Delta W_r = 1441 \text{ kVArh}$.

e) valoarea pierderilor de energie reactivă inductivă în transformator pe parcursul duratelor de timp când nu a fost respectat regimul de utilizare a instalațiilor de compensare se calculează în următorul mod:

$$\Delta W_{ri} = \Delta W_r \times (T_1 + T_2) / 24 = 1441 \times (30 \times (3 + 4)) / (24 \times 30) = 420 \text{ kVArh}$$

f) cantitatea de energie reactivă capacitivă pentru care consumatorului i se va factura consumul tehnologic se determină ca diferența dintre cantitatea de energie reactivă capacitivă efectiv injectată în rețeaua de distribuție și cea admisă conform regimului de funcționare a instalațiilor de compensare a puterii reactive, luându-se în considerație pierderile de energie reactivă inductivă în transformator în perioadele când nu a fost respectat regimul de utilizare a instalațiilor de compensare:

$$W_{rcf} = W_{rc1} + W_{rc2} - W_{rc0} - \Delta W_{ri} = 2700 + 3600 - 4200 - 420 = 1680 \text{ kVArh.}$$

$$CT = 0,1 \times 1680 = 168 \text{ kWh}$$

ПЕРЕВОД

НАЦИОНАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Постановление об утверждении "Инструкции по расчету
технологического расхода электрической энергии в
распределительных сетях в зависимости от величины
коэффициента мощности в электроустановках потребителей"

N 89 от 13.03.2003

Мониторул Официал ал Р.Молдова N 99-103/139 от 06.06.2003

* * *

В процессе внедрения "Инструкции по расчету количества потребленной или генерируемой электроустановкой потребителя реактивной электрической энергии", утвержденной Постановлением ANRE N 51 от 14 марта 2002 года, было установлено что в отдельных случаях поставщики электроэнергии испытывают затруднения в том, что касается способов применения данной инструкции. Выявленные затруднения были вызваны тем, что некоторые положения инструкции, специфические для электроэнергетического сектора, могут трактоваться по-разному в контексте других законодательных и нормативных актов.

Учитывая вышеизложенное, в целях исключения противоречий с другими нормативными актами Административный совет Национального агентства по регулированию в энергетике ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить "Инструкцию по расчету технологического расхода электрической энергии в распределительных сетях в зависимости от величины коэффициента мощности в электроустановках потребителей", приложенную к настоящему постановлению.

2. Признать утратившей силу "Инструкцию по расчету количества потребленной или генерируемой электроустановкой потребителя реактивной электрической энергии", утвержденной Постановлением ANRE N 51 от 14 марта 2002 года.

3. Признать утратившим силу Постановление ANRE N 64 от 7 июня 2002 года о внесении изменений в Постановление ANRE о тарифах на электроэнергию.

[Пкт.4 утр.силу в соответс. с Пост. ANRE N 101 от 24.06.03, в силу 01.07.03]

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ

ДИРЕКТОР НАЦИОНАЛЬНОГО
АГЕНТСТВА ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ

В ЭНЕРГЕТИКЕ

Николае ТРИБОЙ

Директор

Марин ПРОФИР

Директор

Василе КАФАРИЗИ

Кишинэу, 13 марта 2003 г.

N 89.

Утверждена решением

Административного совета ANRE

N 89 от 13 марта 2003 г.

Инструкция по расчету технологического расхода
электрической энергии в распределительных сетях, в зависимости от
величины коэффициента мощности в электроустановках потребителей

1. ЦЕЛЬ

Настоящая инструкция имеет цель стимулировать потребителей

электрической энергии на поддержание стабильного коэффициента мощности в своих электроустановках. Инструкция устанавливает методику и условия расчета поставщиком электрической энергии технологического расхода электроэнергии в распределительных сетях в зависимости от величины коэффициента мощности в электроустановках потребителей; поставщик имеет право включить этот расход в счет-фактуру потребителя. Технологический расход будет оплачиваться в случае потребления реактивной энергии из распределительной сети, а также в случае генерирования реактивной энергии в сеть компенсирующими устройствами потребителя.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Положения инструкции применяются ко всем потребителям с разрешенной мощностью 50 kVA и более и месячным потреблением активной электрической энергии 10000 kWh и более, подключенным к распределительным электросетям напряжением 0,4 и 10 kV (за исключением бытовых потребителей, ассоциаций владельцев приватизированных квартир, жилищно-строительных кооперативов, ассоциаций совладельцев жилищного фонда в кондоминиуме, общежитий, садово-огороднических ассоциаций и потребления электрической энергии для мест общего пользования в многоквартирных домах). Расчет технологического расхода будет осуществляться отдельно для каждого места потребления

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Технологический расход - в контексте данной инструкции - это потеря

активной энергии, вызванная транзитом потребляемой или генерируемой электроустановками потребителя реактивной электрической энергии через распределительные сети, который рассчитывается согласно настоящей инструкции на основе показаний измерительных приборов, установленных у потребителя;

Разрешенная мощность - полная мощность, определяемая с учетом напряжения и номинального тока, на который рассчитан счетчик учета активной энергии, установленный у потребителя, или номинального первичного тока трансформаторов тока в случае, когда счетчики учета активной энергии подключены к электрической сети через трансформаторы тока;

Потребленная реактивная

энергия - количество реактивной энергии, потребленное электроустановкой потребителя из распределительной сети, измеренное или вычисленное в точке раздела;

Генерированная

реактивная энергия - количество реактивной энергии, передаваемой в распределительную сеть компенсирующими устройствами потребителя в режиме перекомпенсации, измеренное или вычисленное в точке раздела;

Режим работы устройств
компенсации реактивной

энергии - режим, предусмотренный приложением N 2 к контракту на поставку электрической энергии, в

котором согласованы промежутки времени и реактивная мощность, разрешенная для передачи в распределительную сеть за соответствующий период;

Допустимая мощность
компенсирующих

устройств - реактивная мощность компенсирующих устройств, допускаемая для передачи в распределительную сеть согласно режиму работы устройств компенсации реактивной энергии, предусмотренному контрактом на поставку электрической энергии;

Разрешенное время
работы компенсирующих

устройств - промежуток времени суток, когда разрешается подключение устройств компенсации реактивной мощности, согласно контракту на поставку электрической энергии;

4. УСЛОВИЯ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ

4.1. Потребители с разрешенной мощностью 50 kVA и более обязаны установить у себя счетчик учета реактивно-индуктивной энергии. Потребители, которые имеют устройства компенсации реактивной мощности, обязаны устанавливать у себя как счетчик учета реактивно-индуктивной энергии, так и счетчик учета реактивно-емкостной энергии.

4.2. Поставщик потребует оплату за технологический расход, в случае если в течение периода, для которого выписывается счет-фактура, коэффициент мощности, $\cos\phi$, вычисленный в разграничительном пункте, меньше 0,92 - для потребителей, подключенных к электрической сети напряжением 0,4 kV, и 0,87 - для потребителей, подключенных к электрической сети напряжением 10(6) kV.

4.3. Если потребитель не установил счетчик реактивно-индуктивной энергии в назначенный поставщиком/распределительным предприятием срок (который не может быть меньше одного месяца), а также в случае повреждения потребителем счетчика реактивной энергии, или в случае несанкционированного вмешательства со стороны потребителя в нормальное функционирование счетчика реактивной энергии, поставщик электрической энергии вправе определить количество реактивной энергии и выписать счет-фактуру потребителю, за технологический расход, применив $\cos\phi = 0,7$ на напряжении 10(6) kV или $\cos\phi = 0,75$ на напряжении 0,4 kV в точке учета активной энергии. В случае выхода из строя счетчика реактивно-индуктивной энергии не по вине потребителя поставщик определит количество реактивно-индуктивной энергии, соответственно - технологический расход, и выпишет счет-фактуру потребителю, применив средневзвешенный $\cos\phi$, рассчитанный за три месяца, предшествующих последнему снятию показаний неповрежденного (исправного) счетчика.

4.4. При расчете коэффициента мощности, $\cos\phi$, в разграничительном пункте следует учитывать показания счетчиков активной и реактивной энергии, а также технические потери электрической энергии в силовых трансформаторах, линиях и ответвлениях, находящихся между разграничительным пунктом и точкой учета электрической энергии.

5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА

5.1. Количество реактивно-индуктивной энергии, для которой будет определяться технологический расход, подлежащий оплате, рассчитывается следующим образом:

а) определяется количество реактивно-индуктивной энергии, W_{ri0} , которая соответствует коэффициенту мощности $\cos\phi = 0,92$ или $\cos\phi = 0,87$, согласно следующему соотношению:

$$\begin{aligned} W_{ri0} &= 0,426 \times W_a \text{ (для } \cos\phi = 0,92) \text{ или} \\ W_{ri0} &= 0,567 \times W_a \text{ (для } \cos\phi = 0,87), \end{aligned} \quad (1)$$

где W_a - количество активной энергии, определенной в разграничительном пункте за период расчета, kWh;

0,426 - значение тангенса, соответствующего значению $\cos\phi = 0,92$;

0,567 - значение тангенса, соответствующего значению $\cos\phi = 0,87$;

б) определяется количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , для расчета соответствующего технологического расхода, согласно соотношению:

$$W_{rif} = W_{ric} - W_{ri0}, \quad (2)$$

где W_{ric} - количество реактивно-индуктивной энергии определенной в разграничительном пункте на основе показаний счетчика реактивной энергии (или рассчитанной) за период расчета, kVarh.

5.2. Поставщик вправе предъявить счет-фактуру включающую технологический расход, вызванный реактивно-емкостной энергией, W_{rcf} , генерируемой электроустановкой потребителя в распределительную сеть, если потребитель не соблюдает режим работы устройств компенсации реактивной мощности согласно контракту на поставку электрической энергии. Несоблюдение режима работы устройств компенсации реактивной мощности - это подключение компенсирующих устройств с мощностью, превышающей согласованную контрактом, или подключение соответствующих установок в неразрешенное время работы в соответствии с приложением N 2 контракта на поставку электрической энергии.

5.3. Количество реактивно-емкостной энергии, W_{rcf} , генерируемой электроустановкой потребителя в распределительную сеть, в случае, когда потребитель не соблюдает режим работы устройств компенсации реактивной мощности и режим работы не зарегистрирован средствами учета, определяется согласно выражению:

$$W_{rcf} = W_{rcs} - W_{rc0}, \quad (3)$$

где W_{rcs} - количество реактивно-емкостной энергии, генерируемой электроустановкой потребителя в распределительную сеть за расчетный период и определенной на основе показаний счетчика реактивно-емкостной энергии, kVarh;

Если разграничительный пункт и точка учета не совпадают, W_{rcs} определяется как разница между показаниями счетчика реактивно-емкостной энергии и потерями реактивно-индуктивной энергии в силовых трансформаторах, линиях и ответвлениях, находящихся между разграничительным пунктом и точкой учета электрической энергии.

W_{rc0} - количество реактивно-емкостной энергии, в kVarh, разрешенное для передачи в распределительную сеть при соблюдении потребителем режима работы устройств компенсации реактивной мощности, вычисленное как произведение между допустимой мощностью компенсирующих устройств и разрешенным временем их работы.

5.4. В случае, когда режим работы компенсирующих устройств регистрируется средствами учета почасового потребления, количество реактивно-емкостной энергии определяется как сумма объемов реактивно-емкостной энергии, генерируемой в распределительные сети в

течение периодов времени, в которых не соблюдается режим работы устройств компенсации реактивной мощности, используя следующее соотношение:

$$W_{rcf} = \sum (Q_{gi} - Q_{ci}) \times T_i - \Delta W_{gi}, \quad (4)$$

где Q_{gi} - фактическая мощность устройств компенсации реактивной мощности, подключенных к электрической сети в течение периода времени i , kVAr;

Q_{ci} - допустимая мощность компенсирующих устройств реактивной энергии, подключаемых к электрической сети в течение периода времени i , kVAr, согласно приложению N 2 контракта на поставку электрической энергии;

Дельта W_{gi} - потери реактивно-индуктивной энергии в силовых трансформаторах, линиях и ответвлениях, находящихся между разграничительным пунктом и точкой учета электрической энергии, в течение периода времени T_i , kVArh;

T_i - продолжительность периода времени i , h (часы).

5.5. В случае, если поставщик не разрешает потребителю, чтобы его устройства компенсации реактивной мощности работали в режиме перекомпенсации (согласно приложению N 2 контракта на поставку электрической энергии), количество реактивно-емкостной энергии, генерируемой электроустановкой потребителя в распределительную сеть за расчетный период, определяется следующим образом:

а) если счетчик установлен в разграничительном пункте, количество реактивной энергии генерированной в распределительную сеть, равно энергии, учтенной счетчиком реактивно-емкостной энергии;

б) если разграничительный пункт и точка учета не совпадают, количество реактивной энергии, генерированной в распределительную сеть, определяется как разница между показаниями счетчика и потерями реактивной энергии в электроустановках, находящихся между точкой учета и разграничительным пунктом.

5.6. Технологический расход, включенный в счет-фактуру потребителя, рассчитывается по следующей формуле:

$$CT = kC \times (W_{rif} + W_{rcf}) \quad (5)$$

где: kC - коэффициент преобразования реактивной энергии в активную, который представляет удельное приращение потерь активной энергии в распределительной сети в результате циркуляции реактивной энергии, (kWh / kVArh). $kC = 0,1 \text{ kWh} / \text{kVArh}$

6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

6.1. Примеры расчета количества реактивно-индуктивной энергии и технологического расхода в распределительной сети

Пример 6.1.1. Известно количество поставленной потребителю активной энергии за месяц, учтенной в разграничительном пункте (0,4 kV) и определенной согласно показаниям счетчика $W_a = 10000 \text{ kWh}$, и количество реактивно-индуктивной энергии равной $W_{ric} = 4260 \text{ kVArh}$.

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется значение коэффициента мощности согласно выражению:

$$\text{tgf} = W_{ric} / W_a = 4260 / 10000 = 0,426$$

$$\cos f = \sqrt{1 / (1 + \text{tgf}^2)} = \sqrt{1 / (1 + 0,426^2)} =$$

$$= 0,92 \quad \frac{1}{1 + \tan^2 \phi} = \frac{1}{1 + 0,426^2}$$

Согласно п.4.2. настоящей инструкции, потребитель оплачивает технологический расход, если $\cos \phi < 0,92$ на напряжении 0,4 kV. Так как $\cos \phi = 0,92$, потребитель не оплачивает технологический расход.

Пример 6.1.2. Известно количество поставленной потребителю активной энергии за месяц, учтенной в разграничительном пункте (10 kV) и определенной согласно показаниям счетчика $W_a = 10200$ kWh, и количество реактивно-индуктивной энергии равной $W_{ric} = 5000$ kVArh.

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется значение коэффициента мощности согласно выражению:

$$\begin{aligned} \tan \phi &= W_{ric} / W_a = 5000 / 10200 = 0,49 \\ \cos \phi &= \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \phi}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,49^2}} = \\ &= 0,898 \end{aligned}$$

Так как $\cos \phi = 0,898 > 0,87$ потребитель не оплачивает технологический расход.

Пример 6.1.3. Известно количество поставленной потребителю активной энергии за месяц, учтенной в разграничительном пункте (6 kV) и определенной согласно показаниям счетчика $W_a = 10200$ kWh, и количество реактивно-индуктивной энергии равной $W_{ric} = 6500$ kVArh.

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется значение коэффициента мощности согласно выражению:

$$\begin{aligned} \tan \phi &= W_{ric} / W_a = 6500 / 10200 = 0,637 \\ \cos \phi &= \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \phi}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,637^2}} = \\ &= 0,843 \end{aligned}$$

Так как, коэффициент мощности меньше 0,87, потребитель оплачивает и технологический расход.

Определяется количество реактивно-индуктивной энергии, соответствующее коэффициенту мощности $\cos \phi = 0,87$.

$$W_{ri0} = 0,567 * W_a = 0,567 * 10200 = 5783 \text{ kVArh}$$

Количество реактивно-индуктивной энергии, для которой определяется технологический расход, равно:

$$W_{rif} = 6500 - 5783 = 717 \text{ kVArh.}$$

Соответственно:

$$ST = kC \times W_{rif} = 0,1 * 717 = 71,7 \text{ kWh}$$

Пример 6.1.4. Силовой трансформатор мощностью 100 kVA является собственностью потребителя. Средство учета установлено на стороне 0,4 kV трансформатора. Количество активной и реактивно-индуктивной энергии, определенное согласно показаниям счетчика за месяц, равно соответственно $W_a = 12000$ kWh и $W_{ric} = 5000$ kVArh. Разграничительный пункт находится на входе силового трансформатора (10 kV).

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и

соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется значение коэффициента мощности в точке учета электрической энергии:

$$\text{tg}\phi_m = W_{\text{ric}} / W_a = 5000/12000 = 0,417 \text{ откуда } \cos\phi_a 0,923.$$

Согласно методологии расчета, описанной в п.5 "Инструкции по расчету потерь электрической энергии в силовых трансформаторах, находящихся на балансе потребителя", определяем, что потери активной энергии в трансформаторе равны $DW_a = 344 \text{ kWh}$ и потери реактивно-индуктивной энергии равны $DW_r = 2049 \text{ kVArh}$.

Прибавляем технические потери в трансформаторе к количеству электрической энергии, зарегистрированной средством учета, получая потребление в разграничительном пункте

$$W_{ad} = W_a + \text{Дельта } W_a = 12000 + 344 = 12344 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \text{Дельта } W_r = 5000 + 2049 = 7049 \text{ kVArh}$$

Определяется значение коэффициента мощности в разграничительном пункте согласно выражению:

$$\text{tg}\phi = W_{\text{ric}} / W_a = 7049/12344 = 0,571 \text{ откуда}$$

$$\cos\phi = \frac{1}{1 + \text{tg}^2\phi} = \frac{1}{1 + 0,571^2} = 0,868$$

Так как коэффициент мощности меньше 0,87, потребитель оплачивает и технологический расход.

Количество реактивно-индуктивной энергии, соответствующее коэффициенту мощности $\cos\phi=0,87$, равно:

$$W_{ri0} = W_{ad} \times \text{tg}\phi = 12344 \times 0,567 = 6999 \text{ kVArh}$$

Количество реактивно-индуктивной энергии, для которой определяется технологический расход, равно:

$$W_{rif} = W_{rd} - W_{ri0} = 7049 - 6999 = 50 \text{ kVArh}.$$

Соответственно:

$$CT = kC \times W_{rif} = 0,1 \times 50 = 5 \text{ kWh}$$

Пример 6.1.5. Известно количество поставленной потребителю активной энергии за месяц, учтенной в разграничительном пункте (0,4 kV) и определенной согласно показаниям счетчика $W_a = 10200 \text{ kWh}$. Счетчик учета реактивно-индуктивной энергии отсутствует. В этом случае применяется значение $\cos\phi = 0,75$.

Определить количество реактивно-индуктивной энергии W_{rif} и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется количество потребленной реактивно-индуктивной энергии согласно выражению:

$$W_{\text{ric}} = W_a \times \text{tg}\phi;$$

$$\text{tg}\phi = \arccos 0,75 = 0,882$$

$$\text{Итак, } W_{\text{ric}} = W_a \times \text{tg}\phi = 10200 \times 0,882 = 8996 \text{ kVArh}.$$

Количество реактивно-индуктивной энергии, для которой определяется технологический расход, рассчитывается согласно выражению:

$$W_{rif} = W_{\text{ric}} - W_{ri0}, \text{ где}$$

$$W_{ri0} = W_a \times 0,426 = 10200 \times 0,426 = 4345 \text{ kVArh}$$

$$\text{Итак, } W_{rif} = 8996 - 4345 = 4651 \text{ kVArh}.$$

Соответственно:

$$CT = 0,1 \times 4651 = 465 \text{ kWh}$$

Пример 6.1.6. Силовой трансформатор мощностью 63 kVA является собственностью потребителя. Средство учета установлено на стороне 0,4 kV трансформатора. Количество активной энергии, определенной согласно показаниям счетчика за месяц, равно $W_a=12000$ kWh. Счетчик учета реактивно-индуктивной энергии отсутствует. В этом случае применяется значение $\cos\varphi=0,75$. Разграничительный пункт находится на входе силового трансформатора (10 kV).

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: 1) Определяется количество реактивной энергии в точке учета электрической энергии, соответствующее коэффициенту мощности $\cos\varphi = 0,75$, согласно выражению:

$$W_{ric} = W_a \times \operatorname{tg}\varphi;$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \arccos 0,75 = 0,882$$

$$\text{И так, } W_{ric} = 12000 \times 0,882 = 10584 \text{ kVArh.}$$

2) Определяем технические потери электрической энергии в трансформаторе.

Согласно методологии расчета, описанной в п.5 "Инструкции по расчету потерь электрической энергии в силовых трансформаторах, находящихся на балансе потребителя", определяем, что потери активной энергии в трансформаторе равны $DW_a = 344$ kWh и потери реактивно-индуктивной энергии равны $DW_r = 1558$ kVArh.

Прибавляем технические потери в трансформаторе к количеству электрической энергии, зарегистрированной средством учета, получая потребление в разграничительном пункте

$$W_{ad} = W_a + \text{Дельта } W_a = 12000 + 344 = 12344 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \text{Дельта } W_r = 10584 + 1558 = 12142 \text{ kVArh}$$

Определяется количество реактивно-индуктивной энергии в разграничительном пункте, соответствующее коэффициенту мощности $\cos\varphi = 0,87$, согласно выражению:

$$W_{ri0} = W_{ad} \times 0,567 = 12344 \times 0,567 = 6999 \text{ kVArh}$$

Количество реактивно-индуктивной энергии, для которой определяется технологический расход, равно:

$$\text{И так, } W_{rif} = W_{rd} - W_{ri0} = 12142 - 6999 = 5143 \text{ kVArh.}$$

Соответственно:

$$CT = 0,1 \times 5141 = 514,3 \text{ kWh}$$

Пример 6.1.7. Известно количество активной энергии, потребленной потребителем за месяц, учтенной в разграничительном пункте (10 kV) согласно показаниям счетчика учета активной энергии $W_a=25000$ kWh. Счетчик учета реактивной энергии отсутствует. В этом случае применяется значение $\cos\varphi = 0,7$.

Определить количество реактивно-индуктивной энергии, W_{rif} , и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Определяется количество реактивной энергии в точке учета электрической энергии согласно выражению:

$$W_{ric} = W_a \times \operatorname{tg}(\arccos 0,7) = 25000 \times 1,02 = 25500 \text{ kVArh.}$$

Определяем количество реактивно-индуктивной энергии, соответствующее коэффициенту мощности $\cos\varphi = 0,87$:

$$W_{ri0} = W_a \times \operatorname{tg}(\arccos 0,87) = 25000 \times 0,567 = 14175 \text{ kVArh.}$$

$$\text{Итак, } W_{rif} = W_{ric} - W_{ri0} = 25500 - 14175 = 11325 \text{ kVArh.}$$

Соответственно:

$$CT = 0,1 \times 11325 = 1132,5 \text{ kWh}$$

6.2. Примеры расчета количества реактивно-емкостной энергии и технологического расхода в распределительной сети

Пример 6.2.1. Количество реактивно-емкостной энергии, определенное согласно показаниям счетчика реактивно-емкостной энергии, равно $W_{rcc} = 600 \text{ kVArh}$. Согласно режиму работы устройств компенсации реактивной мощности количество реактивной энергии, разрешенной для генерации в системе, равно $W_{rc0} = 300 \text{ kVArh}$.

Определить количество реактивно-емкостной энергии и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Количество реактивно-емкостной энергии, для которой определяется технологический расход, определяется согласно выражению:

$$W_{rcf} = W_{rcc} - W_{rc0} = 600 \text{ kVArh} - 300 \text{ kVArh} = 300 \text{ kVArh}.$$

Пример 6.2.2. Силовой трансформатор мощностью 160 kVA находится на балансе потребителя. Средства учета установлены на стороне 0,4 kV трансформатора. Согласно показаниям счетчика количество потребленной активной энергии за месяц равно $W_a = 18000 \text{ kWh}$. Показания счетчика реактивно-индуктивной энергии - $W_{ri} = 300 \text{ kVArh}$, реактивно-емкостной - $W_{rc} = 1235 \text{ kVArh}$. Разграничительный пункт находится на 10 kV трансформатора. Согласно режиму работы устройств компенсации потребителю не разрешается генерировать реактивную энергию в распределительную сеть. Период расчета - 30 дней.

Определить технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Потери электроэнергии в трансформаторе за расчетный период:

$$\text{Дельта } W_{at} = 476 \text{ kWh}; \text{ Дельта } W_{rt} = 2981 \text{ kVArh}$$

Определяем расход электроэнергии в разграничительном пункте путем суммирования количества энергии, учтенной счетчиками, и потерь в трансформаторе:

$$W_{ad} = W_a + \text{Дельта } W_{at} = 18000 + 476 = 18476 \text{ kWh}$$

$$W_{rd} = W_r + \text{Дельта } W_{rt} = 300 + 2981 = 3281 \text{ kVArh}$$

Рассчитываем значение коэффициента мощности в разграничительном пункте (10 kV):

$$tgf = \frac{W_{rd}}{W_{ad}} = \frac{3281}{18476} = 0,178$$

$$\cos f = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 f}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,178^2}} = 0,985$$

Поскольку значение коэффициента мощности в разграничительном пункте $0,985 > 0,92$, потребитель не будет оплачивать технологический расход за потребленную из распределительной сети реактивно-индуктивную энергию.

Количество реактивно-емкостной энергии, генерированной в распределительную сеть, рассчитывается согласно выражению:

$$W_{rcc} = W_{rc} - \text{Дельта } W_{rt} = 1235 - 2981 = -1746 \text{ kVArh}.$$

Следовательно, компенсирующие устройства потребителя не выдали в распределительную сеть реактивно-емкостную энергию и, соответственно, потребитель не будет оплачивать технологический расход.

Пример 6.2.3. Согласно зарегистрированному режиму работы устройств компенсации реактивной мощности установлено, что в течение 15 дней расчетного периода, с 9.00 до 12.00 и с 18.00 до 22.00, потребитель подключил к электрической сети реактивно-емкостную мощность, равную

$Q=30\text{kVAr}$, а разрешенная реактивно-емкостная мощность равна $Q_0 = 20\text{ kVAr}$.

Определить количество реактивно-емкостной энергии и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Количество реактивно-емкостной энергии определяется как сумма количеств реактивно-емкостной энергии, генерируемой в систему соответствующим потребителем в течение соответствующих периодов времени без получения на то разрешения:

а) в течение периода с 9.00 до 12.00 потребитель генерировал количество реактивно-емкостной энергии

$$W_{rc1} = Q \times T_1 = 30\text{ kVAr} \times 3\text{h} \times 15 = 1350\text{ kVArh};$$

б) в течение периода с 18.00 до 22.00 потребитель генерировал количество реактивно-емкостной энергии $W_{rc2} = Q \times T_2 = 30\text{ kVAr} \times 4\text{h} \times 15 = 1800\text{ kVArh}$;

с) количество реактивно-емкостной энергии, которая могла быть генерирована в систему, определяется согласно выражению $W_{rc0} = Q_0 \times (T_1+T_2) = 20\text{ kVAr} \times (15 \times (3+4)\text{h}) = 2100\text{ kVArh}$;

д) количество реактивно-емкостной энергии, для которой рассчитывается технологический расход, определяется как разность количества реактивно-емкостной энергии, фактически генерированной в систему и разрешенной, согласно режиму работы устройств компенсации реактивной мощности.

$$W_{rcf} = W_{rc1} + W_{rc2} - W_{rc0} = 1350 + 1800 - 2100 = 1050\text{ kVArh}.$$

Пример 6.2.4. Согласно зарегистрированному режиму работы устройств компенсации реактивной мощности установлено, что в течение расчетного периода, 30 дней, с 9.00 до 12.00 и с 18.00 до 22.00 потребитель подключил к электрической сети реактивно-емкостную мощность, равную $Q = 30\text{ kVAr}$, а разрешенная реактивно-емкостная мощность равна $Q_0 = 20\text{ kVAr}$.

Трансформатор мощностью 63 kVA является собственностью потребителя. Потребление активной энергии, определенной согласно показаниям счетчика активной энергии, $W_a = 12000\text{ kWh}$. Потребление реактивно-индуктивной энергии, определенной согласно показаниям счетчика реактивной энергии, равно $W_{ri} = 3500\text{ kVArh}$. Точка учета установлена на стороне вторичного напряжения (0,4 kV) трансформатора, а разграничительный пункт находится на стороне первичного напряжения трансформатора (10 kV).

Определить количество реактивно-емкостной энергии и соответствующий технологический расход, предъявленный к оплате потребителю.

Решение: Количество реактивно-емкостной энергии определяется как сумма количеств реактивно-емкостной энергии, генерируемой в систему соответствующим потребителем в течение соответствующих периодов времени без получения на то разрешения:

а) в течение периода с 9.00 до 12.00 потребитель генерировал количество реактивно-емкостной энергии

$$W_{rc1} = Q \times T_1 = 30\text{ kVAr} \times (3\text{h} \times 30) = 2700\text{ kVArh};$$

б) в течение периода с 18.00 до 22.00 потребитель генерировал количество реактивно-емкостной энергии $W_{rc2} = Q \times T_2 = 30\text{ kVAr} \times (4\text{h} \times 30) = 3600\text{ kVArh}$;

с) количество реактивно-емкостной энергии, которая могла быть генерирована в систему, определяется согласно выражению $W_{rc0} = Q_0 \times (T_1+T_2) = 20\text{ kVAr} \times (30 \times (3+4)\text{h}) = 4200\text{ kVArh}$;

д) потери реактивно-индуктивной энергии в трансформаторе потребителя, определенные согласно методологии расчета, описанной в п.5 "Инструкции по расчету потерь электрической энергии в силовых

трансформаторах, находящихся на балансе потребителя" равны $DW_r = 1441$ kVA_{rh};

е) количество потерь реактивно-индуктивной энергии в трансформаторе в течение периодов времени, когда не был соблюден режим работы компенсирующих устройств, рассчитывается следующим образом:

Дельта $W_{ri} = \text{Дельта } W_r \times (T_1 + T_2) / 24 = 1441 \times (30 \times (3 + 4)) / (24 \times 30) = 420$ kVA_{rh};

ф) количество реактивно-емкостной энергии, для которой рассчитывается технологический расход, определяется как разность количества реактивно-емкостной энергии, фактически генерированной в систему и разрешенной согласно режиму работы устройств компенсации реактивной мощности, учитывая потери реактивно-индуктивной энергии в трансформаторе в периодах, когда не был соблюден режим работы компенсирующих устройств:

$W_{rcf} = W_{rc1} + W_{rc2} - W_{rc0} - \text{Дельта } W_{ri} = 2700 + 3600 - 4200 - 420 = 1680$ kVA_{rh}.

Соответственно:

$CT = 0,1 \times 1680 = 168$ кВт ч