

**Bibliography (transliterated):** 1. Volkova O.V., Korjavin A.R. Porazhaemost' iskrovym razrjadom sterzhnja na ploskosti. Jelektrichestvo. 1991. No 5. 52 – 55 Print. 2. Koliushko G.M., P.N. Mel'nikov, O.S. Nedzel'skij, A.A. Petkov, S.S. Rudenko, A.Ju. Jeksperimental'noe issledovanie porazhenija ploskosti dlinnoj iskroj *Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu "Harkivs'kij politehničnij institut". Zbirnik naukovih prac'. Tematičnij vipusk: Tehnika ta elektrofizika visokih naprug.* 2012. No 21. 146 – 153. Print 3. Baranov M.I., Docenko V.I., Zin'kovskij V.M., Koliushko G.M., Nedzel'skij O.S., Petkov A.A., Ponuzhdaeva E.G., Rudenko S.S., Cehmistro V.L. Jeksperimental'nye issledovanija porazhenija zazemlennoj ploskosti i razmeshennyh na nej ob'ektov jelektricheskim razrjadom v dlinnom promezhutke. *Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu "Harkivs'kij politehničnij institut". Zbirnik naukovih prac'. Tematičnij vipusk: Tehnika ta elektrofizika visokih naprug.* 2013. No 27. 11 – 20. Print 4. Koliushko D.G., Petkov A.A. Statisticheskaja model' porazhenija odinočnogo sterzhnja razrjadom molnii *Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu "Harkivs'kij politehničnij institut". Zbirnik naukovih prac'. Tematičnij vipusk: Tehnika i elektrofizika visokih naprug.* 2011. No 49. 103 – 107. Print 5. Ventcel' E.S. Teorija verojatnostej. Moscow: «Nauka», 1969.

*Надійшла (received) 05.02.2012*

УДК 621.311

**О.П. ЛАЗУРЕНКО**, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»;  
**Г.І. ЧЕРКАШИНА**, ст. викл. НТУ «ХПІ»

## ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

У роботі розглянутий механізм формування тарифу на електричну енергію для побутових споживачів, виявлені фактори, які безпосередньо впливають на розмір тарифу, наведені дані по споживанню електричної енергії мешканцями 9-типоверхового житлового будинку, визначено тариф на електричну енергію для споживачів 9-ти поверхового житлового будинку та обсяг дотацій.

**Ключові слова:** побутовий споживач електричної енергії, роздрібний тариф на електричну енергію, нормативні технологічні втрати, змінні розрахункові втрати, умовно постійні втрати.

**Вступ.** Тариф для побутових споживачів на електричну енергію (ЕЕ) є дотаційним та складає 0,2802 грн/кВт·год для помешкань, обладнаних газовими приладами, та 0,2154 грн/кВт·год – електричними плитами [1]. Суттєва невідповідність тарифу економічно обґрунтованому рівню призвела до його диференціації за обсягом споживання, а саме, за умови споживання електричної енергії більше 150 кВт·год/місяць тариф на ЕЕ складає 0,3648 грн/кВт·год, більше 800 кВт·год/місяць – 0,9576 грн/кВт·год. Для помешкань, обладнаних електричними плитами, місячне споживання ЕЕ більше 250 кВт·год – 0,2802 грн/кВт·год, більше 800 кВт·год/місяць – 0,9576 грн/кВт·год [1, 2].

Диференціація тарифу за обсягом споживання не вирішила питання відповідності останнього економічно обґрунтованому рівню і, як наслідок, на сьогодні знов піднімається питання збільшення тарифу на електричну енергію для населення.

Виходячи з вищенаведеного метою роботи є визначення реальної вартості ЕЕ для населення.

Для досягнення мети у роботі були вирішені наступні завдання:

- 1) Розглянутий механізм формування тарифу на ЕЕ для побутових споживачів
- 2) Виявлені фактори, які безпосередньо впливають на тариф;
- 3) Отримані дані по споживанню ЕЕ на вводі 9-ти поверхового житлового будинку;

© О.П. Лазуренко, Г.І. Черкашина, 2014

4) Визначено тариф на ЕЕ для споживачів 9-ти поверхового житлового будинку та обсяг дотацій.

**Формування тарифу на електричну енергію для побутових споживачів**

Згідно [3] роздрібний тариф на електричну енергію розраховується за такою формулою:

$$T_{ij} = \frac{(C_P^{C3})}{\prod_{j=1}^j (1 - \kappa_j)} + T_j^M + T_i^P \quad (1)$$

де  $i$  – група споживачів;  $j$  – клас напруги розподільчих мереж;  $C_P^{C3}$  – середня оптова ціна закупки електричної енергії з оптового ринку електричної енергії на розрахунковий місяць; за розрахунками НКРЕ питома вага оптової ціни в роздрібному тарифі електричної енергії складає 80 %;  $\kappa_j$  – економічні коефіцієнти нормативних технологічних втрат (ЕКНТВ) ЕЕ на її передачу через розподільчі мережі відповідного класу напруги;  $T_j^M$  – тариф на передачу електричної енергії розподільчими мережами  $j$  – го класу напруги;  $T_i^P$  – тариф на поставку електричної енергії  $i$ -му споживачу.

Тариф на передачу електричної енергії розподільчими мережами та тариф на поставку електричної енергії  $i$ -му споживачу визначаються НКРЕ та складають прибуток енергопостачальної компанії (обленерго).

ЕКНТВ ЕЕ на відповідних класах напруги ( $j$ ) відображають частку нормативних технологічних втрат електричної енергії ( $\sum \Delta A_j$ ), що визначені за розрахунковий період на  $j$ -му класі напруги, у обсязі сальдованого надходження ЕЕ на  $j$ -му класі напруги ( $E_j^{(E)}$ )

$$K_j = \frac{\sum \Delta A_j}{E_j^{(E)}} \quad (2)$$

Нормативні технологічні втрати складаються зі змінних розрахункових втрат електричної енергії в ЛЕП та трансформаторах;

умовно-постійних розрахункових втрат електричної енергії в трансформаторах та розрахункових втратах в інших елементах мереж[4].

Змінні розрахункові втрати ( $\Delta A_{3j}$ ) на  $j$ -му класі напруги залежать від характеристик режимів споживання електричної енергії, а саме від нерівномірності графіка навантаження, яка враховується дисперсійним коефіцієнтом збільшення втрат ЕЕ через нерівномірність графіка навантаження в елементах системи електропостачання ( $d_j$ ), несиметрії розподілу струмів по фазних дротах системи, яка враховується коефіцієнтом збільшення втрат через нерівномірність розподілу навантаження по фазах елементів системи ( $k_{Hj}$ ) на  $j$ -му класі напруги, а також від характеристик елементів системи електропостачання та характеристик навантаження (активне, реактивне):

$$\Delta A_{3j} = \frac{(R_{EЛj} + R_{EТj}) \cdot (A_j)^2 \cdot d_j \cdot k_{Hj}}{1,05 \cdot U_{Hj}^2 \cdot T_p} \cdot (1 + tg^2(\varphi_j)) \quad (3)$$

де  $T_p$  – кількість годин у розрахунковому періоді;  $R_{EЛj}, R_{EТj}$  – еквівалентний опір відповідно ЛЕП та трансформаторів  $j$ -го класу напруги;  $A_j$  – сумарне перетікання енергії по ЛЕП та трансформаторах  $j$ -го класу напруги;  $tg(\varphi_j)$  – коефіцієнт реактивної потужності;  $U_{Hj}$  – номінальна напруга  $j$ -го класу напруги.

Умовно постійні втрати в трансформаторах, а також інших елементах мережі залежать від характеристик цих елементів та відображають втрати неробочого ходу. Умовно постійні втрати в трансформаторах:

$$\sum_{j=6/0,38}^{110/6} \Delta A_{ТРРМnj} = T_p \cdot \sum_{j=1}^{n_{ГР0,38}} \Delta P_{HХj} + T_p \cdot \left( \sum_{s=1}^{n_{ГР0,38}} \Delta P_{HХ0,38s}^{Y/Y} \right) \cdot k_{HTY/Y} \quad (4)$$

де  $\Delta P_{HХj}$  – сумарні значення втрат потужності н.х. груп трансформаторів  $i$ -го ступеня напруги з однаковим поєднанням номінальних напруг обмоток та номінальними напругами обмоток нижчої напруги 6(3) кВ і вище;  $n_{ГР0,38}$  – кількість груп трансформаторів  $i$ -го ступеня напруги з однаковим поєднанням номінальних напруг обмоток та номінальними напругами нижчої напруги 0,38 кВ і схемою зєднань обмоток «зірка-зірка з нульовим виводом»;  $\Delta P_{HХ0,38s}^{Y/Y}$  – сумарне

значення втрат потужності н.х. в трансформаторах і-го ступеня напруги з номінальними напругами обмоток нижчої напруги 0,38 кВ і схемою зеднань обмоток «зірка-зірка з нульовим виводом»;  $k_{HTT/Y}$  – коефіцієнт збільшення втрат в трансформаторах через нерівномірність розподілу навантаження по фазах трансформаторів з схемою зеднань обмоток «зірка-зірка з нульовим виводом»

**Об'єкт дослідження.** У якості об'єкту дослідження був розглянутий 9-ти поверховий житловий будинок на 90 квартир, що знаходиться у м. Харкові, обладнаний газовими плитами. Будинок отримує живлення від двох трансформаторної понижувальної підстанції (ТП) 6/0,4 кВ. На підстанції встановлені трансформатори ТМ 400/6 та ТМ 320/6. Будинок – єдине навантаження ТП. Для спрощення розрахунків приймаємо, що у свою чергу ТП 6/0,4 кВ є єдиним споживачем ТП 35/6 кВ.

Відстань між ТП 35/6 і ТП 6/0,4 кВ та між ТП 6/0,4 кВ та щитом розподілення будинку складає відповідно 1500 м та 120 м. Лінії електропередач виконані алюмінієвими проводами перерізів 157,7 мм<sup>2</sup> та 50 мм<sup>2</sup>. Сумарне споживання електричної енергії за добу складає 524,17 кВт·год.

Типові графіки будинку наведено на рис. 1.

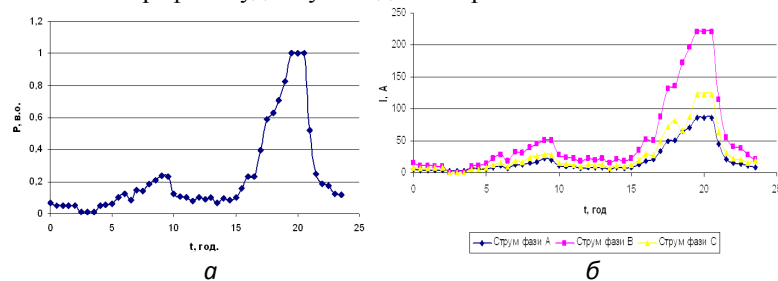


Рис. 1 – Типові графіки 9-ти поверхового будинку: а - навантаження; б - струм

**Визначення тарифу на електричну енергію для об'єкту дослідження.** Коефіцієнт збільшення втрат через нерівномірність розподілу навантаження по фазах ЛЕП 0,38 кВ складає 1,4037.

Коефіцієнт збільшення втрат електричної енергії через нерівномірність графіка навантаження обчислюємо за наступним виразом:

$$d = \left[ 1 + \frac{(P_{\max} - \bar{P})^2 \cdot (\bar{P} - P_{\min})}{2 \cdot \bar{P}^2 [2 \cdot (P_{\max} - \bar{P}) + (\bar{P} - P_{\min})]} \right] = 1,6916 \quad (5)$$

де  $P_{\max}$ ,  $\bar{P}$ ,  $P_{\min}$  – відповідно максимальне, середнє та мінімальне навантаження за розрахунковий період.

Згідно формули (3) обчислимо змінні розрахункові втрати електричної енергії в елементах системи електропостачання на рівні напруги 0,38.

$$\Delta A_{30,38} = \frac{0,2352 \cdot (524,17)^2 \cdot 1,4037 \cdot 1,69}{1,05 \cdot (0,38)^2 \cdot 24} (1 + (0,62)^2) = 58,32 \text{ кВт·год}$$

Умовно-постійні розрахункові втрати:

$$\sum_{j=6/0,38}^{6/0,38} \Delta A_{TPPMij} = 67,2 \text{ кВт·год}$$

Нормативні технологічні втрати електричної енергії на 2 класі напруги:

$$\Delta A_{HTBE2} = 125,52 \text{ кВт·год}$$

ЕКНТВ ЕЕ 2 класу напруги визначаємо за формулою (2):

$$k_2 = 0,24$$

Значення поточного тарифу обчислюємо за формулою (1). На лютий 2014 року  $C_P^{C3} = 803,42 \text{ грн/МВт·год}$  [6];  $k_1 = 6,46\%$  [7];  $T_1^M = 15,84 \text{ грн/МВт·год}$ ,  $T_2^M = 118,09 \text{ грн/МВт·год}$ ,  $T_1^P = 7,3 \text{ грн/МВт·год}$ ,  $T_2^P = 36,51 \text{ грн/МВт·год}$  [8].

Тариф складає  $T_{ij} = 1,2847 \text{ грн/кВт·год}$ . З урахуванням податку на додану вартість 1,54164 грн/кВт·год.

Об'єм дотацій ( $D$ ) визначаємо як різницю між вартістю ЕЕ за діючим тарифом ( $B_o$ ) та реальним обчисленим ( $B_p$ ).

$$B_o = 0,3648 \cdot 524,17 = 191,217 \text{ грн.}$$

$$B_p = 1,54164 \cdot 524,17 = 808,081 \text{ грн}$$

$$D = 616,864 \text{ грн}$$

**Висновок.** Таким чином, з проведених розрахунків можна зробити наступні висновки:

1) Діючий тариф на ЕЕ для побутових споживачів занижений більш ніж в 4 рази порівняно з економічно обґрунтованим;

2) Диференціювати тариф на ЕЕ необхідно не за об'ємом її споживання, а за режимами споживання ЕЕ кінцевим споживачем (рівномірність споживання на протязі доби та симетричність споживання).

**Список літератури:** 1. *Електронний ресурс* <http://www.oblenergo.kharkov.ua>; 2. *Постанова НКРЕ* від 23.04.2012 № 497 «Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню»; 3. *Постанова КМУ* від 01.06.2011 №869 «Про забезпечення єдиного підходу до формування тарифів на житлово-комунальні послуги»; 4. *Методика* складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-150 кВ, аналіз його складових і нормування технологічних витрат електроенергії; 5. *Постанова НКРЕ* від 15.08.2013 №1110 «Про затвердження Положення про порядок подання, визначення та затвердження економічних коефіцієнтів нормативних технологічних витрат електроенергії»; 6. *Постанова НКРЕ* від 25.01.2014 №49; 7. *Постанова НКРЕ* від 13.06.2013 №686; 8. *Постанова НКРЕ* від 19.12.2013 №1653.

**Bibliography (transliterated):** 1. Elektronnyj resurs <http://www.oblenergo.kharkov.ua>; 2. Postanova NKRE vid 23.04.2012 № 497 «Pro vstanovlennya tary'fiv na elektroenergiyu, shho vidpuskayet'sya naseleennyu»; 3. Postanova KМУ vid 01.06.2011 №869 «Pro zabezpechennya yedy'nogo pidkhodu do formuvannya tary'fiv na zhy'tlovo-komunal'ni poslugy»; 4. Metody'ka skladannya struktury' balansu elektroenergiyi v elektry'chny'x merezhax 0,38-150 kV, analiz jogo skladovy'x i normuvannya texnologichny'x vy'trat elektroenergiyi; 5. Postanova NKRE vid 15.08.2013 №1110 «Pro zatverdzhennya Polozhennya pro porjadok podannya, vy'znachennya ta zatverdzhennya ekonomichny'x koeficientiv normaty'vny'x texnologichny'x vy'trat elektroenergiyi»; 6. Postanova NKRE vid 25.01.2014 №49; 7. Postanova NKRE vid 13.06.2013 №686; 8. Postanova NKRE vid 19.12.2013 №1653.

*Надійшла (received) 16.05.2014*

УДК 621.625.032

**Г.И. МЕЛЬНИКОВ**, канд. тех. наук. доц. НТУ «ХПИ»;  
**А.О. КОРОТКОВ**, асп. НТУ «ХПИ»;

## **СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В данной работе детально рассмотрена проблема повышения энергоэффективности работа энергосберегающих электромеханических стендов для испытаний двигателей внутреннего сгорания. Рассматриваются методы повышения энергоэффективности работа испытательных стендов. Описан метод модернизации испытательных стендов. Рассмотрены принципиальные схемы этих модифицированных испытательных стендов. Детально описан принцип работы модифицированных испытательных стендов. Приведены положительные и отрицательные стороны модификаций испытательных стендов. Обоснована задача создания математических моделей испытательных стендов для дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** двигатели внутреннего сгорания, испытательные стенды, частотный преобразователь, генератор с постоянным магнитом, асинхронный генератор, машина постоянного тока, асинхронизированный синхронный генератор.

**Введение.** При производстве и ремонте двигателей внутреннего сгорания большое количество топлива расходуется на проведение работ по регулировке, испытанию, проверке эксплуатационных характеристик двигателей. В течение продолжительного периода энергию, производимую двигателями внутреннего сгорания во время подобных испытаний, практически не использовали. Для повышения эффективности использования топлива можно использовать различное оборудование, позволяющее генерировать энергию в электрическую сеть при испытаниях двигателей внутреннего сгорания.

**Цель статьи.** Рассмотреть, проанализировать и сравнить различные варианты построения испытательных стендов.

**Основные материалы исследования.** Современные испытательные стенды должны удовлетворять требованиям регламента испытаний, управляемости и энергосбережения.[1] Стенд должен обеспечивать два режима работы: холодную и горячую обкатку. В режиме холодной обкатки коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания раскручивают с помощью электрической машины, это нужно для притирки всех движущихся деталей двигателя. В режиме горячей обкатки, подключённая к коленчатому валу электрическая машина,

© Г. И. Мельников, А. О. Коротков, 2014