

УДК 621.314

КАПЛУН В.В.\*, БОБРОВНИК В.М. \*, АРТЕМЕНКО М.Ю. \*,  
ПОЛЩУК С.Й.\*\*

\* Київський національний університет технологій та дизайну,

\*\* Інститут електродинаміки НАН України

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ АКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ З НАКОПИЧУВАЧАМИ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРИФАЗНИХ ЧОТИРИПРОВІДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

**Мета.** Виведення розрахункових співвідношень для енерговитрат і ємності накопичувачів енергії (НЕ) та оцінювання перспектив економічної ефективності від застосування паралельних активних фільтрів (ПАФ) з НЕ на прикладі трифазної чотирипровідної системи електропостачання гуртожитку №7 КНУТД.

**Методика.** Економічна та енергетична ефективність електротехнічного комплексу «трифазна чотирипровідна система електропостачання – ПАФ з НЕ» оцінюється співвідношенням оплати за електроенергію за двотарифною системою та втратами енергії у силовому кабелі. Досліджуються аналітичні умови доцільності застосування ПАФ з НЕ за показником економії оплати за електроенергію.

**Результати.** У роботі обґрунтовано концепцію побудови трифазної системи енергопостачання з ПАФ та НЕ для можливості перерозподілу добового графіку енергоспоживання на інтервал дії пільгового тарифу та продемонстровані перспективні показники економічної ефективності на прикладі трифазної чотирипровідної системи електропостачання гуртожитку №7 КНУТД.

**Наукова новизна.** Встановлені нові аналітичні залежності відносного добового платежу та підвищення теплового навантаження ліній електропередачі від величини ємності накопичувача енергії при перерозподілу добового графіку енергоспоживання на інтервал дії пільгового тарифу.

**Практична значимість.** Ці залежності можуть бути використані для оптимізації співвідношення між капітальними та експлуатаційними витратами при розробці бізнес-плану модернізації системи електроживлення гуртожитку чи будь-якого іншого навчально-господарського об'єкту.

**Ключові слова:** потужність втрат, паралельний активний фільтр з накопичувачем енергії, трифазна чотирипровідна система електропостачання

**Вступ.** Застосування активних силових фільтрів в трифазних системах електропостачання забезпечує відновлення якості електроенергії на клеммах потужних споживачів та є одним із перспективних технічних напрямів енергозбереження шляхом зниження теплових втрат в лінії передачі [1-3]. Найбільшого поширення набули паралельні активні фільтри (ПАФ) з можливістю формування оптимальних вхідних струмів в умовах нестабільності, нелінійності та несиметрії навантаження. Алгоритми керування ПАФ здебільшого ґрунтуються на сучасних теоріях миттєвої та інтегральної потужності. Перша використовує інформацію про миттєві значення струмів та напруг системи електропостачання для позбавлення від неактивної складової миттєвої потужності [1]. В другій теорії складові потужності визначаються інтегруванням добутків струмів та напруг на періоді напруги електромережі, в результаті її застосування покращуються енергетичні показники системи електропостачання [2,3], але погіршується швидкодія ПАФ.

**Постановка завдання.** Незважаючи на наявність окремих публікацій [4,5], недостатня увага приділена побудові алгоритмів керування засобами активної фільтрації у випадку, коли період зміни навантаження перевищує період напруги електромережі. Найбільші економічні перспективи відкриваються при використанні ПАФ в комбінації з

сучасними накопичувачами енергії (НЕ) [6], здатними акумулювати десятки мегаватгодин електроенергії [7], оскільки з'являється можливість концентрувати добовий обсяг енергоспоживання з мережі на пільговий часовий інтервал двотарифної системи оплати. Метою даної роботи є виведення розрахункових співвідношень для втрат енергії і ємності НЕ та оцінювання перспектив економічної ефективності від застосування ПАФ та НЕ на прикладі трифазної чотирипровідної системи електропостачання гуртожитку №7 КНУТД.

**Результати дослідження.** На рис. 1 показана функціональна схема трифазного варіанту ПАФ з НЕ для чотирипровідної системи живлення, що відповідає поставленій меті. ПАФ складається з вихідних дроселів  $L1...L3$ , трифазного чотириплечового мостового інвертора, виконаного на повністю керованих вентилях з двосторонньою провідністю  $S1 - S8$ , та двоконденсаторного джерела реактивної енергії  $C1, C2$  в ланці постійного струму [8]. Алгоритм роботи вентилів забезпечує позбавлення трифазного джерела від неактивних складових поточних струмів навантаження шляхом формування їх у вихідних дроселях інвертора [9]. Для цього оброблюється інформація, що надходить до системи керування (СК) від датчиків фазних напруг  $U_{\phi}$ , струмів навантаження  $I_n$  та джерела  $I_{дж}$ . Наявність четвертого плеча інвертора дозволяє вирівнювання напруги на конденсаторах  $C1, C2$ , кожна з яких має перевищувати амплітуду фазної напруги мережі електропостачання.

Для обміну енергією з НЕ, представленого конденсатором  $C_n$ , в систему електропостачання включений імпульсний перетворювач постійної напруги (ППН), що містить два ключі з двосторонньою провідністю  $Q1, Q2$  та дросель  $L_n$ . В режимі заряду НЕ ключ  $Q2$  закритий, а на ключ  $Q1$  подаються широтно-модульовані імпульси СК, в результаті чого ППН працює як знижувальний перетворювач постійної напруги, передаючи енергію від конденсаторів  $C1, C2$  до НЕ. В режимі розряду НЕ ключ  $Q1$  закритий, а на ключ  $Q2$  подаються широтно-модульовані імпульси СК, в результаті чого ППН працює як підвищувальний перетворювач, передаючи енергію від НЕ до конденсаторів  $C1, C2$ . Напрямок перетоку енергії визначає прогнозна часова залежність потужності споживання  $P_n(t)$  протягом інтервалу часу  $\tau$ , що значно перевищує період мережної напруги.

Вимірювання параметрів якості електричної мережі проведено з використанням аналізатора С.А 8335 QUALISTAR PLUS виробництва компанії Chauvin-Arnoux Group (Франція) в режимі «Trend», схема підключення якого до системи електропостачання гуртожитку №7 КНУТД наведена на рис.2. Оскільки нейтраль в даній системі є заземленою, а фізичний принцип вимірювання струму базується на використанні поясу Роговського, що охоплює провідник з досліджуваним струмом, то струм нейтралі вимірювався шляхом обробки даних датчика, що охоплював усі три фазні проводи, штучно відтворюючи суму миттєвих значень струмів цих проводів.

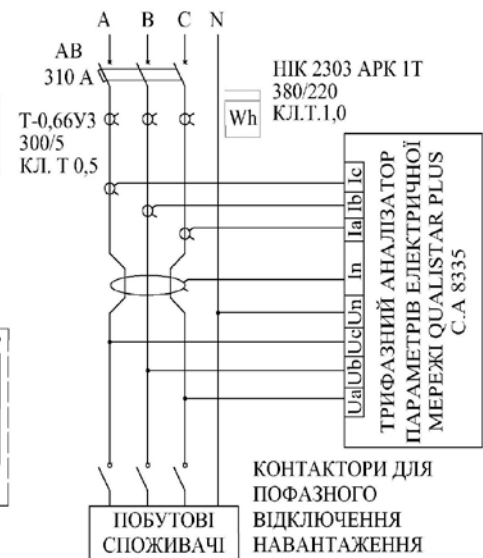
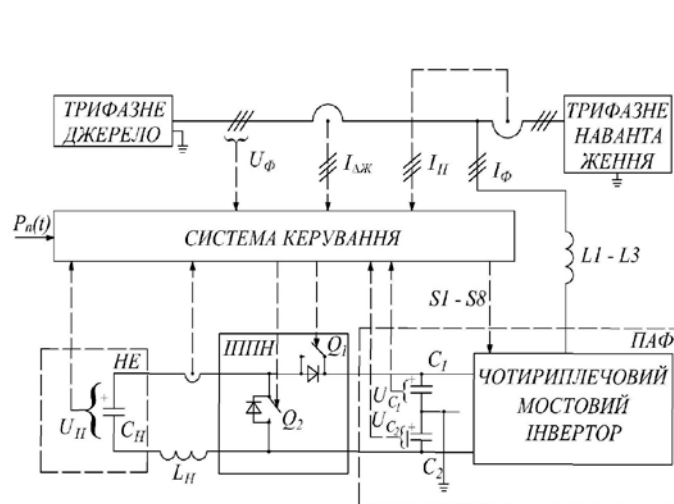


Рис. 1. Структурна схема фільтраційної системи з додатковою системою накопичення енергії та системою управління та регулювання

Рис. 2. Схема підключення аналізатора параметрів електричної мережі

Моніторинг проводився протягом семи діб з інтервалом відліку параметрів 16 хв. Вимірювались та записувались в оперативну пам'ять приладу діючі значення фазних струмів та напруг, струму нейтралі. Одночасно аналізатором обчислювались та фіксувались також і інші параметри системи електропостачання, а саме: активні та реактивні потужності фаз, загальне споживання енергії, зсув фаз та коефіцієнти потужності кожної фази, гармонічний склад струмів та напруг, тощо. На рис.3 представлений графік споживаної потужності протягом інтервалу моніторингу, накладений на графік зміни тарифу за двотарифною системою оплати.

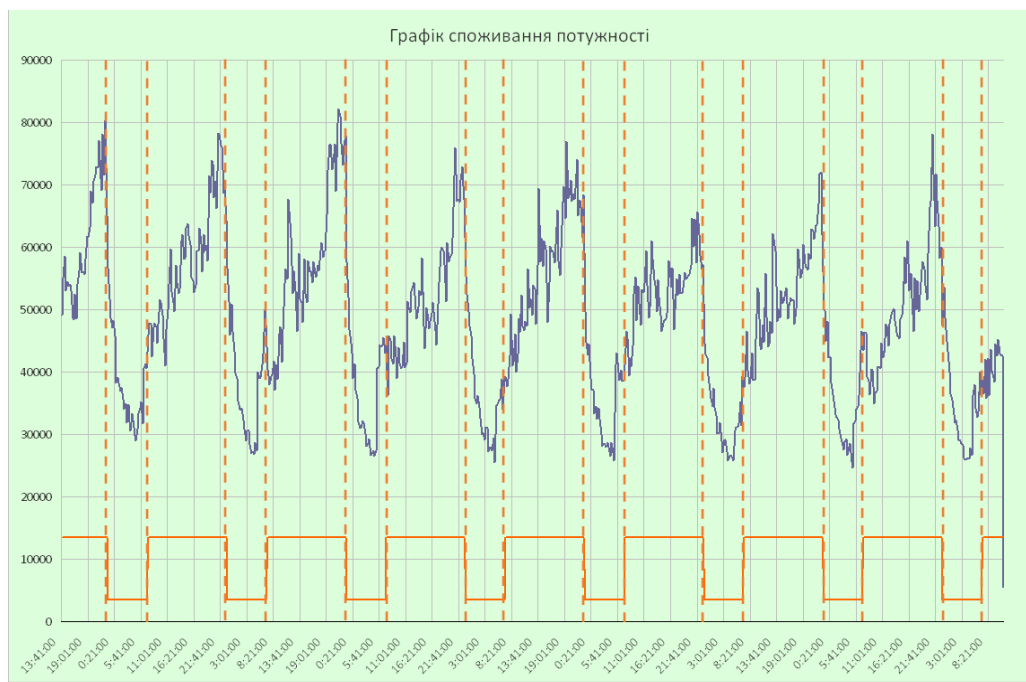


Рис. 3. Графіки зміни споживаної потужності гуртожитку №7 КНУТД та тарифів за двотарифною системою оплати

Аналіз цих графіків дозволяє застосувати для аналітичних розрахунків кусково - лінійну апроксимацію часової залежності добового енергоспоживання (рис. 4а), де  $P_2=75$  кВт,  $P_1=25$  кВт – осереднені максимальне та мінімальне значення споживаної потужності, що припадають на моменти зміни тарифів;  $P_0=(P_2+P_1)/2=50$  кВт – середньодобове значення споживаної потужності;  $\tau_1=16$  год,  $\tau_2=8$  год – тривалості часових інтервалів дії тарифів.

Розглянемо доцільність використання двотарифної оплати за електроенергію для прийнятої моделі енергоспоживання за відсутності накопичувача.

При однотарифній оплаті величина добового платежу:

$$\Pi_1 = P_0(\tau_0 + \tau_1)C_0 = 24P_0C_0, \quad (1)$$

де  $C_0$  – вартість базового тарифу.

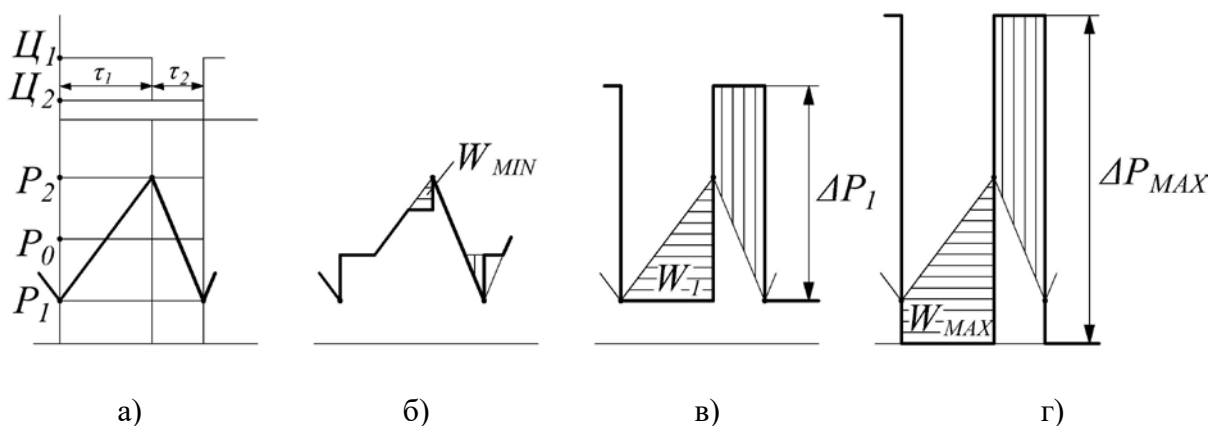


Рис. 4. Ідеалізовані добові графіки споживаних з мережі потужностей при застосуванні ПАФ з НЕ

При двотарифній оплаті величина добового платежу

$$\Pi_2 = P_0\tau_1C_1 + P_0\tau_2C_2 = P_0\tau_1k_1C_0 + P_0\tau_2k_2C_0 = P_0C_0(\tau_1k_1 + \tau_2k_2) = 24.4P_0C_0, \quad (2)$$

де  $k_1 = C_1 / C_0 = 1.35$ ;  $k_2 = C_2 / C_0 = 0.35$  – тарифні коефіцієнти, затверджені в [11].

Таким чином, за відсутності накопичувача  $\Pi_2 / \Pi_1 = 24.4 / 24 = 1.01666$ , тобто двотарифна оплата коштує на 1.666% дорожче однотарифної.

Розрахуємо максимальну електричну ємність накопичувача  $C_{\max}$ , за якої вся добова енергія постачається джерелом протягом інтервалу  $\tau_2$  пільгового тарифу (рис. 4г), тобто відтермінованим є споживання максимального значення енергії  $W_{\max} = P_0\tau_1$ , що припадає на інтервал  $\tau_1$  дії підвищеного тарифу. Величина цієї ємності розраховується з рівняння балансу енергій для випадку, що розглядається:

$$W_{\max} = C_{\max}(U_2^2 - U_1^2) / 2, \quad (3)$$

звідки, прийнявши середнє значення напруги конденсатора накопичувача  $U_0 = (U_1 + U_2) / 2 = 800V$  та величину пульсацій  $U_2 - U_1 = 0.1U_0$ , отримаємо вираз для максимального номіналу ємності

$$C_{\max} = \frac{W_{\max}}{0.1 \times U_0^2} = \frac{\tau_1(P_1 + P_2)}{2 \times 0.1 \times U_0^2} = \frac{5 \times 16 \times 3600 \times (25 + 75) \times 10^3}{800^2} = 45 \times 10^3 \Phi. \quad (4)$$

Таким чином, при прийнятих формі графіку енергоспоживання, напрузі та пульсаціях НЕ задана мета споживання енергії під час дії пільгового тарифу супроводжується необхідністю встановлення суперконденсатора ємністю  $1 \Phi$  на кожний ват середньодобового споживання.

Знайдемо мінімальне доцільне значення конденсатора накопичувача  $C_{\min}$ , за якої внаслідок відтермінованого мінімального енергоспоживання  $W_{\min}$  протягом дії пільгового тарифу (рис. 4в) зрівняються платежі за обома системами розрахунку:

$$P_{2C \min} = (P_0 \tau_1 - W_{\min}) k_1 C_0 + (P_0 \tau_2 + W_{\min}) k_2 C_0 = (\tau_1 + \tau_2) P_0 C_0 = P_1,$$

звідки після перетворень

$$W_{\min} = P_0 \frac{(\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2) - (\tau_1 + \tau_2)}{k_1 - k_2} = P_0 \frac{24.4 - 24}{1.35 - 0.35} = 0.4 P_0. \quad (5)$$

Оскільки величина ємності конденсатора лінійно залежить від величини накопиченої енергії відповідно до формули (3),

$$C_{\min} = C_{\max} \frac{\Delta W_{\min}}{\Delta W_{\max}} = C_{\max} \frac{0.4 P_0}{\tau_1 P_0} = \frac{C_{\max}}{40} = 1.125 \times 10^3 \Phi. \quad (6)$$

Величина добового платежу за наявності накопичувача ємністю  $C_{\max}$ , коли вся добова енергія постачається джерелом протягом інтервалу  $\tau_2$  пільгового тарифу, складає 35% добового платежу при одностарифній оплаті. Графік залежності відносного добового платежу  $P_{2C} / P_1$  від величини ємності накопичувального конденсатора є лінійним та представлений на рис. 5.

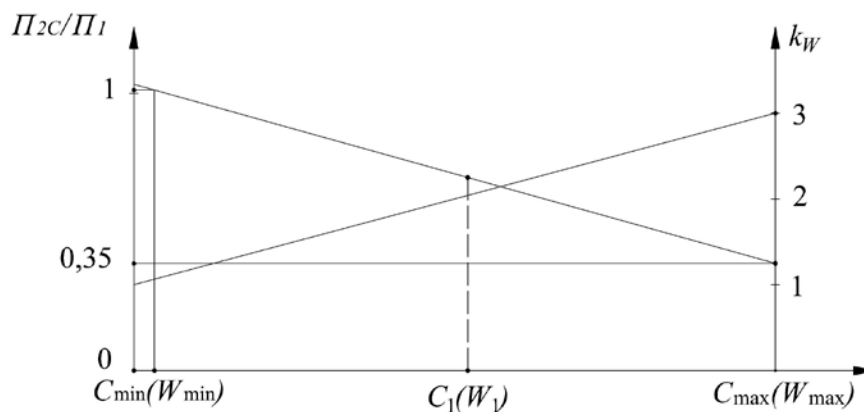


Рис. 5. Графіки залежності відносного добового платежу  $P_{2C}/P_1$  та коефіцієнта нерівномірності споживання енергії  $k_W$  від величини ємності НЕ

Він може бути використаний для оптимізації співвідношення між капітальними та експлуатаційними витратами при розробці бізнес-плану модернізації системи електроживлення гуртожитку чи будь-якого іншого навчально-господарського об'єкту.

Певним негативним фактором інтенсивного енергоспоживання протягом пільгового інтервалу є підвищення теплового навантаження ліній електропередачі, яке може бути охарактеризовано коефіцієнтом нерівномірності споживання енергії [10]

$$k_W = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} [\tilde{p}(t) + P_0]^2 dt / P_0^2 = 1 + \frac{P_{\sim}^2}{P_0^2},$$

де  $P_0 = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \tilde{p}^2(t) dt}$  – середньоквадратичне значення змінної складової активної

потужності  $\tilde{p}(t) = p(t) - P_0$  за період її зміни  $\tau = \tau_1 + \tau_2$ .

Початкове значення цього коефіцієнта при кусково-лінійному законі зміни графіка активної потужності (рис. 4а) дорівнює

$$k_{W0} = 1 + D^2 / 3 = 13 / 12,$$

де  $D = (P_2 - P_1) / 2P_0 = 0.5$  – коефіцієнт приросту [10].

Графік споживаної активної потужності стає прямокутним (рис. 4в) за величини перерозподіленої енергії  $W_1 = (P_2 - P_1)\tau_1 / 2 = P_0 D \tau_1$ . При цьому різниця рівнів дорівнює  $\Delta P_1 = 3(P_2 - P_1) / 2 = 3DP_0$ , а величина коефіцієнта нерівномірності споживання енергії для такої форми [10]

$$k_{W1} = 1 + 4\gamma(1 - \gamma) \times (1.5D)^2 = 1 + 9\gamma(1 - \gamma)D^2 = 1 + 2 \times 1.5^2 / 4 = 2.125,$$

де  $\gamma = \tau_1 / \tau = 2 / 3$ .

Нарешті, за величини перерозподіленої енергії  $W_{\max}$  різниця рівнів дорівнює  $\Delta P_{\max} = 3(P_2 - P_1) = 6DP_0$ , а величина коефіцієнта нерівномірності споживання енергії

$$k_{W\max} = 1 + 4\gamma(1 - \gamma) \times (3D)^2 = 1 + 36\gamma(1 - \gamma)D^2 = 3.$$

Графік залежності коефіцієнта нерівномірності споживання енергії від величини перерозподіленої енергії при  $D = (P_2 - P_1) / 2P_0 = 1 / 2$  наведений на рис. 5. Його аналіз свідчить, що при зміні величини перерозподіленої енергії від 0 до  $W_{\max}$  величина коефіцієнта

нерівномірності збільшується в  $\frac{k_{W\max}}{k_{W0}} = \frac{3}{12/13} = 3.25$  разів.

### Висновки.

1. Запропоновано концепцію побудови трифазної системи енергопостачання з паралельним активним фільтром та накопичувачем енергії для можливості перерозподілу добового графіку енергоспоживання на інтервал дії пільгового тарифу.

2. Встановлені аналітичні залежності відносного добового платежу та підвищення теплового навантаження ліній електропередачі від величини ємності накопичувача енергії, які можуть бути використані для оптимізації співвідношення між капітальними та експлуатаційними витратами при розробці бізнес-плану модернізації системи електроживлення гуртожитку чи будь-якого іншого навчально-господарського об'єкту.

### Література

1. Akagi H., Watanable E.H., Aredes M. Instantaneous power theory and applications to power conditioning. – Piscataway, NJ: IEEE Press. – 2007. – 379p. ISBN:978-0-470-10761-4
2. Patricio Salmerón Revuelta, Salvador Pérez Litrán, Jaime Prieto Thomas. Active Power Line

### References

1. Akagi H., Watanable E. H., Aredes M. (2007) Instantaneous power theory and applications to power conditioning, Piscataway, NJ: IEEE Press, p. 379. ISBN: 978-0-470-10761-4.
2. Patricio S. R., Jaime P. T., Salvador P. L. (2016) Active power line conditioners: design, simulation and implementation for improving power quality, London;

- Conditioners Design, Simulation and Implementation for Improving Power Quality.– Elsevier Inc., Academic Press – 2016. – 436 p. ISBN:978-0128032169
3. Артеменко М.Ю. Потужність систем електроживлення та енергоефективність силових фільтрів [Монографія]. – Київ : Аверс, 2016. – 216 с. ISBN: 978-966-8777-09-7.
4. Жемеров Г.Г. Расчет параметров емкостного накопителя энергии / Жемеров Г.Г., Ильина О.В. // Электричество. – 2008. – №1. – С. 54-59.
5. Дрехслер Р. Измерение и оценка качества электроэнергии при несимметричной и нелинейной нагрузке: Пер. с чешск. А. Окина. / Дрехслер Р.//М.: Энергоатомиздат, 1985. –112 с.
6. Sowa, K. Baszyński, M. Piróg, S. Jednofazowy energetyczny filtr aktywny z zasobnikiem energii do kompensacji wahań mocy czynnej w linii zasilającej - badania symulacyjne // Przegląd Elektrotechniczny. – 2017. – №3. – Pp. 260 – 266.
7. POWERPACK Utility and Business Energy Storage. Available at: <https://www.tesla.com/powerpack>.
8. Quinn C. A. A four-wire, current-controlled converter provides harmonic neutralization in three-phase, four-wire systems // Quinn C. A., Mohan N., Mehta H. // Proc. IEEE APEC'93. – 1993. – Pp. 841 – 846.
9. Артеменко М.Ю. Енергоефективність паралельних активних силових фільтрів трифазних систем електроживлення/ Артеменко М.Ю., Каплун В.В. // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну «Технічні науки». - 2016. - № 5 (102). – С. 11 – 19.
10. Каплун В.В. Розрахунок енергозберігаючого ефекту від застосування паралельних активних фільтрів в трифазній чотирипровідній системі електропостачання при збільшенні інтервалу осереднення вимірюваних величин/ Каплун В. В., Артеменко М. Ю., Поліщук С. Й., Бобровник В. М. // «Електроніка та зв'язок». – 2017. – №4 (22). – С. 18-24.
11. ПОСТАНОВА 26.02.2015 № 221 «Про внесення зміни до Порядку застосування тарифів на електроенергію» Офіційний веб-портал «Верховна рада України» [Електронний ресурс].- режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0236-15>.
- San Diego: Academic Press. p. 421. ISBN: 978-0128032169
3. Artemenko M. Yu. (2016) *Potuzhnist' system elektrozhivlennya ta enerhoefektyvnist' sylovykh fil'triv* [Power of supply systems and energy efficiency of power filters], Kyiv: Avers, p. 216. ISBN: 978-966-8777-09-7[in Ukrainian].
4. Zhemerov G.G., Il'ina O.V. (2008) *Raschet parametrov emkostnogo nakopitelya energii / Zhemerov G.G., Elektrichestvo. no. 1. P. 54-59.*
5. Dreksler R. (1985) *Yzmerenye y otsenka kachestva elektroenerhiy pry nesymmetrychnoy y nelyneynoy nahruzke* [Measurement and estimation of electric power quality with asymmetric and nonlinear load] Per. s cheshsk. A. Okyna. Dreksler R. M.: Enerhoatomyzdat, 112 p.
6. Sowa, K. Baszyński, M. Piróg, S. (2017) *Jednofazowy energetyczny filtr aktywny z zasobnikiem energii do kompensacji wahań mocy czynnej w linii zasilającej - badania symulacyjne. Przegląd Elektrotechniczny. no. 3. Pp. 260 – 266.*
7. POWERPACK Utility and Business Energy Storage. Available at: <https://www.tesla.com/powerpack>.
8. Quinn C. A. (1993) A four-wire, current-controlled converter provides harmonic neutralization in three-phase, four-wire systems. Quinn C. A., Mohan N., Mehta H. Proc. IEEE APEC'93. Pp. 841 – 846.
9. Artemenko M.Yu., Kaplun V.V. (2016) *Enerhoefektyvnist' paralel'nykh aktyvnykh sylovykh fil'triv tryfaznykh system elektrozhivlennya. : Kyiv National University of Technologies and Design«Technical Science Series» no. 5 (102). P. 11 – 19.*
10. Kaplun V.V., Artemenko M. Yu., Polishchuk S. Y., Bobrovnyk V. M. (2017) *Rozrakhunok enerhozberihayuchoho efektu vid zastosuvannya paralel'nykh aktyvnykh fil'triv v tryfazniy chotyryprovodniy systemi elektropostachannya pry zbil'shenni intervalu oserednennya vymiryuvanykh velychyn* [Calculation of the energy-saving effect from the use of parallel active filters in a three-phase four-wire power supply system with increasing interval of averaging of measured values] «Elektronika ta zvyazok». no.4 (22). P. 18-24.
11. Resolution 26.02.2015 № 221 *Pro vnesennya zminy do Poryadku zastosuvannya taryfiv na elektroenerhiyu* [On Amendments to the Electricity Tariff Application] Ofitsiynyy veb-portal «Verkhovna rada Ukrayiny» [Elektronnyy resurs].- rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0236-15>.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ С НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕХФАЗНОЙ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНОЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

КАПЛУН В.В. \*, БОБРОВНИК В.М. \*, АРТЕМЕНКО М.Е. \*, ПОЛИЩУК С.И. \*\*

\*Киевский национальный университет технологий и дизайна,

\*\*Институт электродинамики НАН Украины

**Цель.** Вывод расчетных соотношений для энергозатрат и емкости накопителей энергии (НЭ) и оценки перспектив экономической эффективности от применения параллельных активных фильтров (ПАФ) с НЭ на примере трехфазной четырехпроводной системы электроснабжения общежития №7 КНУТД.

**Методика.** Экономическая и энергетическая эффективность электротехнического комплекса «трехфазная четырехпроводная система электроснабжения - ПАФ с НЭ» оценивается соотношением оплаты за электроэнергию по двутарифной системой и потерями энергии в силовом кабеле. Исследуются аналитические условия целесообразности применения ПАФ с НЭ по показателю экономии оплаты за электроэнергию.

**Результаты.** В работе обоснована концепция построения трехфазной системы энергоснабжения с ПАФ и НЭ для возможности перераспределения суточного графика энергопотребления на интервал действия льготного тарифа и продемонстрированы перспективные показатели экономической эффективности на примере трехфазной четырехпроводной системы электроснабжения общежития №7 КНУТД.

**Научная новизна.** Установлены новые аналитические зависимости относительного суточного платежа и повышение тепловой нагрузки линий электропередачи от величины емкости накопителя энергии при перераспределении суточного графика энергопотребления на интервал действия льготного тарифа.

**Практическая значимость.** Эти зависимости могут быть использованы для оптимизации соотношения между капитальными и эксплуатационными затратами при разработке бизнес-плана модернизации системы электропитания общежития или любого другого учебно-хозяйственного объекта.

**Ключевые слова:** мощность потерь, параллельный активный фильтр с накопителем энергии, трехфазная четырехпроводная система электроснабжения

## APPLICATION PROSPECTS OF SHUNT ACTIVE FILTERS WITH ENERGY STORAGE ELEMENTS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF THREE- PHASE FOUR-WIRE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS

KAPLUN V. V. \*, ARTEMENKO M. YU. \*, BOBROVNYK V. M. \*, POLISHCHUK S. Y. \*\*

\*Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

\*\*The National Academy of Sciences of Ukraine The Institute of Electrodynamics  
Kyiv, Ukraine

**Purpose.** Derivation of the calculated ratios for energy inputs and capacity of energy storage (AE) and estimation of economic efficiency prospects from the use of parallel active filters (PAF) with AE on the example of a three-phase four-wire power supply system for hostel No. 7 KNUITD.

**Methodology.** The economic and energy efficiency of the electrotechnical complex "three-phase four-wire power supply system - PAF with AE" is estimated by the ratio of payment for electricity through a two-tariff system and energy losses in the power cable. The analytical conditions of the expediency of applying the PAF with AE on the indicator of saving payment for electricity are investigated.

**Findings.** The paper substantiates the concept of constructing a three-phase power supply system with the PAF and AE for the possibility of redistributing the daily energy consumption schedule for the interval of the preferential tariff and demonstrating the prospective economic efficiency indicators using the example of a three-phase four-wire power supply system for hostel No. 7 KNUITD.

**Originality.** New analytical dependences of the relative daily payment and increase of the heat load of the transmission lines on the value of the energy storage capacity are redistributed during the redistribution of the daily energy consumption schedule for the interval of the preferential tariff.

**Practical value.** These dependencies can be used to optimize the relationship between capital and operating costs when developing a business plan for upgrading the power supply system of a hostel or any other educational facility.

**Keywords:** loss power, parallel active filter with energy storage, three-phase four-wire power supply system