

ТЕХНОЛОГІЇ TECHNIQUE

УДК 621-523.8

В.П. РОЗЕН, Є.М. ІНШЕКОВ, І.В. КАЛІНЧИК

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ КОМБІНОВАНОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ

Синтезована комбінована система електропостачання хімічного підприємства, що включає джерела об'єднаної енергосистеми, міні-ГЕС та турбогенератор, який працює на теплоті, що виділяється в результаті технологічного процесу. Запропоновано математичну модель оптимізації вироблення електроенергії синтезованої енергосистеми. Показано, що використання комбінованого електропостачання забезпечує зменшення генерованої потужності в об'єднаній енергосистемі України, що призводить до пропорційного зменшення викидів CO₂ в атмосферу.

Ключові слова: електропостачання, оптимізація, комбінована енергосистема, відновлювальна енергетика.

Вступ. Для зменшення викидів парникових газів та диференціації джерел генерації енергії наразі широко впроваджуються комбіновані системи постачання на базі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Часто відновлювана енергетика може конкурувати з традиційною за собівартістю одиниці енергії. Крім того, в Україні як і в багатьох країнах сьогодні діють «зелені» тарифи, тобто тарифи, які стимулюють впровадження відновлюваних джерел. Це полегшує впровадження, а також зменшує термін окупності альтернативних електростанцій. Комбіновані системи на базі ВДЕ приваблюють підвищенням надійності електропостачання, зниженням викидів парникових газів та економічною складовою.

Сучасний стан питання. Сьогодні в Україні постачання електроенергії загалом здійснюється від об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України. Генерація здебільшого здійснюється традиційними джерелами енергії. Проте в останні роки все ширше впроваджуються ВДЕ. Вони можуть встановлюватися як окремо для генерації, так і комбіновано з традиційною генерацією енергії. Собівартість виробленої енергії більшістю видів ВДЕ у світі вже знизилася приблизно до собівартості енергії від традиційних джерел. Сьогодні вартість електроенергії, виробленої на міні- та мікро-ГЕС є нижчою за вартість від традиційних джерел. А вартість електроенергії, виробленої на вітрових електроустановках (ВЕУ), практично знаходиться на рівні вартості електроенергії, генерованої на газотурбінних станціях з комбінованим циклом, що мають найвищі показники ефективності серед традиційних енергосистем. Тим не менш, енергія вироблена на основі фотоелементів сонячних станцій за собівартістю все ще перевищує у 4-5 разів за неї. За рахунок стрімкого розвитку галузі вартість електроенергії від ВДЕ прогнозується знизитись до вартості від інших джерел у найближчі 5-10 років [1-3].

Варто зазначити, що собівартість електроенергії від традиційних джерел підвищується за рахунок зношеності обладнання та підвищення вартості ПЕР, використовуваних на електростанціях. За прогнозними даними буде спостерігатися стрімке зменшення покладів традиційних енергоносіїв (газ, нафта тощо) до 2050 року, що призведе до значного підвищення їхньої ціни. За світовими прогнозами вартість електроенергії, виробленої за рахунок ВДЕ, повинна знизитися з 8,5 цент/кВт·год у 2000 році, до 5,5 цент/кВт·год у 2050 році. Очікується, що за цей же період вартість електроенергії від електростанцій зі спалюванням палива за рахунок зростання цін на паливо збільшиться з нинішніх 3,2 до 4,5-7,0 цент/кВт·год. Таким чином, вартість електроенергії, що виробляється на ВДЕ та на звичайних теплових електростанціях фактично зрівняється, що забезпечить можливість більш широкого використання ВДЕ в енергетиці [1-3].

Порівняння вартості електроенергії, генерованої традиційними та відновлюваними енергосистемами показує, що енергосистеми на основі ВДЕ, крім сонячних, термодинамічних та фотоелектричних станцій, є цілком конкурентоспроможними вже зараз. Якщо прийняти до уваги тенденцію зниження вартості електроенергії від ВДЕ та підвищення вартості електроенергії на традиційних станціях, то можна прогнозувати значне зростання обсягів впровадження ВДЕ для виробництва електроенергії [1-3].

Метою роботи є синтез комбінованої системи електропостачання і розробка математичної моделі оптимізації вироблення електроенергії цією енергосистемою.

Викладення основного матеріалу. Побудову комбінованої енергосистеми розглянемо на прикладі електропостачання хімічних підприємств. Енергозабезпечення цих підприємств в основному централізоване від об'єднаної енергосистеми України. Використання власних джерел електричної енергії

споживачами даної групи не набуло широкого розповсюдження і резерви використання альтернативних джерел енергії недостатньо вивчені. Аналіз технологічного процесу вироблення аміаку показав, що окрім електричної енергії підприємство споживає значну кількість газу (як енергоресурс) і технологічної води. Водозабір на досліджуваному підприємстві здійснюється насосами із річки, яка за своїми характеристиками напору і витрат води має значний енергетичний потенціал.

Отримана теплота, яка виділяється під час виробництва не виконує корисної роботи і, навпаки, додаткова енергія витрачається на охолодження, тому енергозберігаючого ефекту можливо досягти за рахунок використання тепла, що виділяється шляхом перетворення цієї енергії в електричну.

Інші розглянуті альтернативні джерела енергії не представляють інтересу для використання їх на хімічних підприємствах в силу малої їх потужності.

Таким чином при побудові комбінованої системи електропостачання хімічних підприємств доцільно розглядати окрім централізованого електропостачання побудову міні-ГЕС для забезпечення водопостачання і установку турбогенератора, який буде працювати на теплоті, що виділяється в результаті технологічного процесу. В результаті проведених досліджень для хімічного підприємства пропонується комбінована система електропостачання, яка включає централізовану енергосистему, власний турбогенератор, який використовує теплоту, що виділяється в результаті технологічного процесу, та міні-ГЕС. Схема передбачає отримання електричної енергії протягом доби від різних джерел живлення.

Елементи комбінованої системи електропостачання працюють в паралельному, послідовному або послідовно-паралельних режимах. Запропонована комбінована електроенергетична система (КЕЕС) працює в паралельному режимі, коли електроенергію виробляють одночасно всі елементи енергосистеми.

Основні проблеми, які потрібно вирішити при створенні алгоритмів управління КЕЕС, це оптимізація технологічних процесів вироблення електроенергії КЕЕС.

В даній роботі критерієм оптимізації є зниження сумарних затрат на електричну енергію, яку споживає хімічне підприємство за певний час.

Для побудови математичної моделі необхідно дослідити зв'язки між цими елементами, внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на функціонування системи (рисунок 1).

Внутрішніми факторами системи визначаємо параметри: функція перетворення енергії джерела в електричну енергію, максимальна потужність установки або конструктивний параметр що характеризуватиме вихідну потужність та інше.

Зовнішніми факторами системи визначаємо як контрольовані так і неконтрольовані подачі носія енергії який використовується установкою.

Основними економічними показниками системи визначимо питомі затрати на той чи інший ресурс системи.

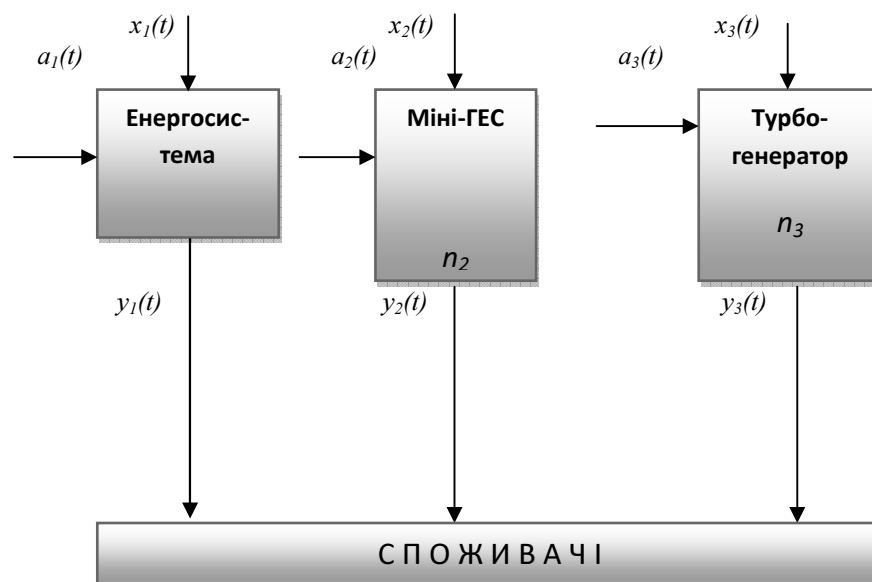


Рис. 1. Фактори функціонування КЕЕС

Для забезпечення класифікації, всі основні фактори розділимо за наступними групами [4]:

1. Простір вхідних сигналів:

$$x(t) = (x_1(t), x_2(t) \dots x_n(t)) . \quad (1)$$

2. Простір вихідних сигналів:

$$y(t) = (y_1(t), y_2(t) \dots y_n(t)) . \quad (2)$$

3. Простір керуючих впливів:

$$a(t) = (a_1(t), a_2(t) \dots a_n(t)) . \quad (3)$$

Елементи КЕЕС, та їх позначення:

i – елемент системи:

$i=1$ - об'єднана енергосистема України,

$i=2$ - міні-ГЕС,

$i=3$ - турбогенератор.

$x_i(t)$ – вхідний сигнал i -го елемента;

$y_i(t)$ – вихідний сигнал i -го елемента;

n_i – конструктивні параметри i -го елемента;

k_i – коефіцієнт корисної дії процесу перетворення енергії джерела в електричну енергію i -го елемента;

$a_i(t)$ – параметр системи управління активністю входу i -го елемента.

У загальному випадку цільова функція математичної моделі має вигляд:

$$V(T) = \int_{t_0}^T \sum_{i=1}^3 c_i \cdot y_i(t) dt \rightarrow \min , \quad (4)$$

де c_i – питома вартість одиниці електричної енергії від i -го елемента;

$y_i(t)$ – кількість одиниць електричної енергії отриманої від i -го елемента.

Опишемо зв'язок між функціями входу, виходу та внутрішніми параметрами системи для елементів схеми

$$y_i(t) = f_i(x_i(t), n_i) \cdot \alpha_i(t) , \quad (5)$$

де f_i – функція перетворення енергії джерела в електричну енергію вироблену i -тим елементом.

Для опису виходу для елемента $i=1$, а саме енергосистеми, використаємо рівняння:

$$y_1(t) = \int_{t_0}^T [S(t) - y_2(t) - y_3(t)] dt . \quad (6)$$

Конкретизуємо вхідний сигнал елементів $i = 2, 3$:

$x_2(t)$ – витрати потоку води;

$x_3(t)$ – тиск пари.

Так як хімічні підприємства мають безперервний цикл роботи, то вони використовують тарифи на електроенергію, диференційовані за зонами доби.

Розглянемо складові оцінки вартості електричної енергії отриманої від i -го елемента:

- об'єднаної енергосистеми України:

$$c_1(t) = \begin{cases} c \cdot k_{mn}, & \text{для } t \in T_{mn} \\ c \cdot k_n, & \text{для } t \in T_n, \\ c \cdot k_n, & \text{для } t \in T_n \end{cases} , \quad (7)$$

де c – тарифна ставка на електроенергію від об'єднаної енергосистеми,

k_n, k_{mn}, k_n – тарифні коефіцієнти одноставочного трьохзонного тарифу в часових зонах відповідно пікової T_n , напівопікової T_{mn} та нічної.

- установок, використовуючих безкоштовні джерела енергії, міні-ГЕС і турбогенератор, який працює теплоті, що виділяється в результаті технологічного процесу:

$$c_i = c_{y.i} + c_{d.o.i} + c_{o.i}(t), \quad (8)$$

де $c_{y.i}$ - питома вартість установки;

$c_{d.o.i}$ - питома вартість додаткового обладнання;

$c_{o.i}$ - питома вартість обслуговування установки та додаткового обладнання.

При недостатній кількості пари, що утворюється в результаті технологічного процесу, для забезпечення роботи турбогенератора може використовуватись пара власної котельні, що приводить до деяких витрат природного газу. Тоді вартість електроенергії від турбогенератора буде визначатись:

$$c_i = c_{y,i} + c_{\partial,o,i} + c_{o,i}(t) + c_{нал,i}(t), \quad (9)$$

де $c_{нал,i}(t)$ – питома вартість додаткового палива для забезпечення роботи турбогенератора.

Для побудови математичної моделі допускаємо, що відоме прогнозне значення електроспоживання – $S(t)$.

Розв'язування задач такого типу у загальному вигляді невідоме, тому отриману модель слід перетворити до виду, прийняттого для використання відомих методів, алгоритмів, програм. Скористаємося адитивною властивістю інтеграла

$$\int_{t_0}^T f(t)dt = \sum_{m=1}^M \int_{t_{m-1}}^{t_m} f(t)dt = \sum_{m=1}^M f_m \cdot (t_m - t_{m-1}) = \sum_{m=1}^M f_m \cdot \Delta t. \quad (10)$$

Таким чином, якщо інтервал функціонування системи розбити на рівні частини тривалістю Δt (у свою чергу, таку тривалість легко звести до "одиночної", $\Delta t = 1$, вважаючи "одиноцею" рік, квартал, місяць, тиждень, день, годину, тощо) та здійснити апроксимацію функцій їх усередненими значеннями на проміжках поділу, то сформовану вище математичну модель можна подати у вигляді:

$$V(T) = \sum_{n=1}^N (c_{1n} \cdot y_{1n} + c_{2n} \cdot y_{2n} + c_{3n} \cdot y_{3n}) \rightarrow \min, \quad (11)$$

$$y_{1n} = S_n - y_{2n} - y_{3n}, \quad (12)$$

$$y_{2n} = f_2(x_{2n}, n_2) \cdot a_{2n}, \quad (13)$$

$$y_{3n} = f_3(x_{3n}, n_3) \cdot a_{3n}, \quad (14)$$

$$S_n - y_{2n} - y_{3n} - y_{3n} \geq 0. \quad (15)$$

З урахуванням конструктивних особливостей n_i та коефіцієнту корисної дії k_i запишемо

$$y_{2n} = k_2 \cdot x_{2n} \cdot n_2 \cdot a_{2n}, \quad (16)$$

$$y_{3n} = k_3 \cdot x_{3n} \cdot n_3 \cdot a_{3n}, \quad (17)$$

Тоді цільова функція буде представлена у виді

$$V(T) = \sum_{n=1}^N ((c_{1n} \cdot S_n + (c_{y,2} + c_{\partial,2n} + c_{o,2} - c_{1n}) \cdot k_2 \cdot x_{2n} \cdot n_2 \cdot a_{2n} + (c_{y,3} + c_{\partial,3n} + c_{o,3} + c_{нал,3} - c_{1n}) \cdot k_3 \cdot x_{3n} \cdot n_3 \cdot a_{3n}) \rightarrow \min \quad (18)$$

З обмеженнями:

$$S_n - k_2 \cdot x_{2n} \cdot n_2 \cdot a_{2n} + k_3 \cdot x_{3n} \cdot n_3 \cdot a_{3n} \geq 0. \quad (19)$$

Дана математична модель забезпечує мінімізацію затрат на вироблення електроенергії комбінованою енергосистемою. Проте за допомогою коефіцієнтів ми можемо ввести такі додаткові критерії оптимізації такі як екологічність, якість електроенергії, надійність електропостачання тощо. Наприклад

$$V(T) = \sum_{n=1}^N (e_1 \cdot c_{1n} \cdot y_{1n} + e_2 \cdot c_{2n} \cdot y_{2n} + e_3 \cdot c_{3n} \cdot y_{3n}) \rightarrow \min, \quad (20)$$

де e_i – коефіцієнт, що враховуватиме, наприклад, екологічність установки та лежить в межах від 0 до 1.

На рисунку 2 показано графік навантажень комбінованої енергосистеми для підстанції хімічного підприємства, до якої можуть бути підключені альтернативні джерела енергії.

Комбінована енергосистема хімічного підприємства включає в себе джерела об'єднаної енергосистеми, міні-ГЕС і турбогенератор, який працює на теплоті, що виділяється в результаті технологічного процесу.

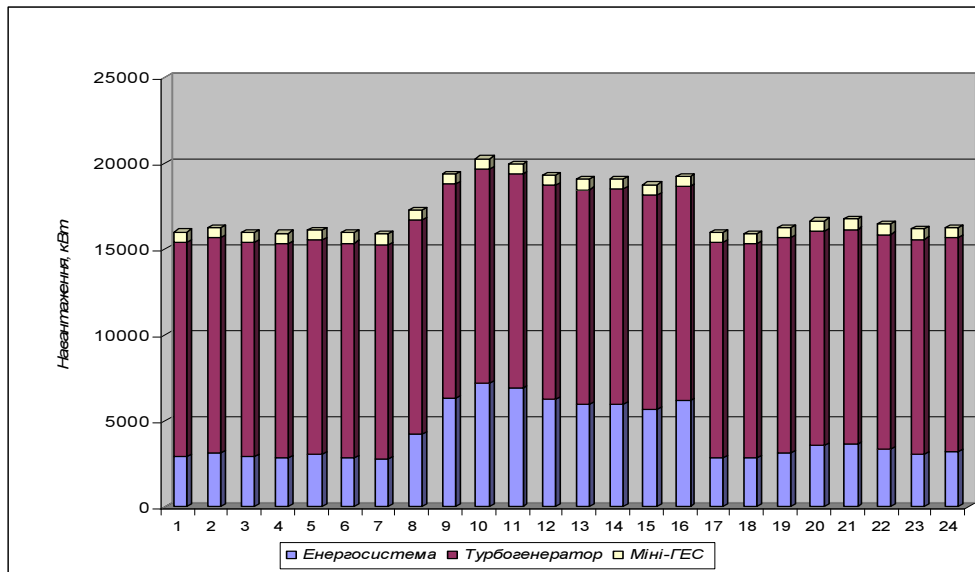


Рис. 2. Графік навантаження комбінованої енергосистеми

Співвідношення часток вироблення електричної енергії різними елементами КЕЕС для різних сезонів (зима – літо) представлено у вигляді кругових діаграм на рисунку 3.

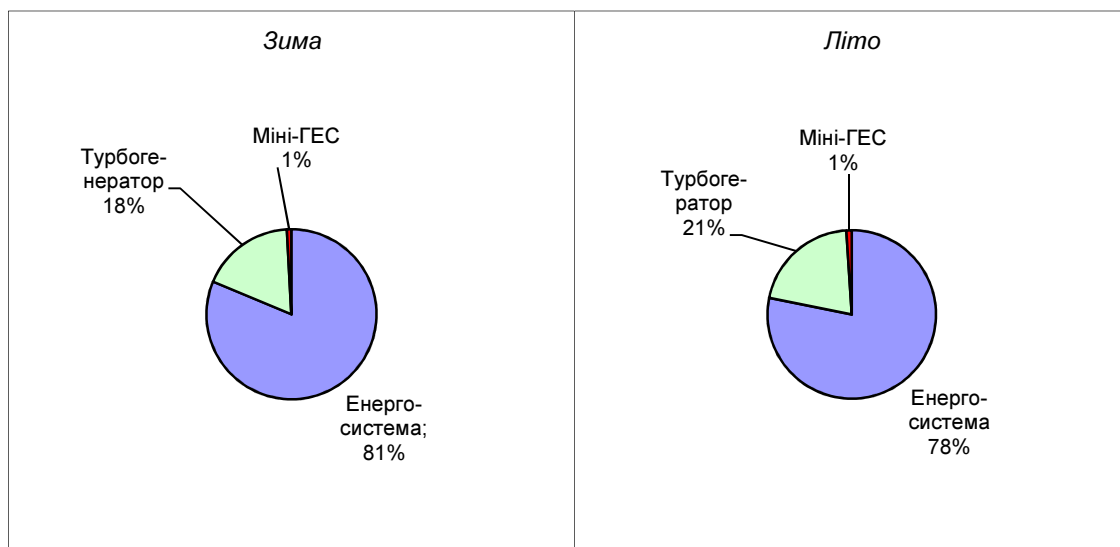


Рис. 3. Діаграма відсоткових співвідношень електроспоживання від різних джерел енергії

Розрахунковий режим роботи альтернативних джерел цілодобовий. Проте найбільший ефект від їхнього використання досягається в години максимального навантаження ОЕС. По-перше, ефект є економічним, по-друге, робота альтернативних джерел у пікові години підвищує позитивно впливає на надійність електропостачання.

Висновки.

1. Проведений аналіз показав, що вартість електричної енергії, виробленої альтернативними джерелами енергії знаходиться на одному рівні з традиційними електростанціями.

2. Аналіз технологічного процесу показав, що при побудові комбінованої системи електропостачання хімічних підприємств доцільно розглядати окрім централізованого електропостачання побудову міні-ГЕС для забезпечення водопостачання і установку турбогенератора, який буде працювати на теплоті, що виділяється в результаті технологічного процесу.

3. Розроблена математична модель, яка забезпечує мінімізацію затрат на вироблення електроенергії комбінованою енергосистемою. За допомогою коефіцієнтів можуть бути введені додаткові критерії оптимізації такі як екологічність, якість електроенергії, надійність електропостачання тощо.

4. Проведені експериментальні дослідження показали високу ефективність комбінованої електроенергетичної системи, яка дозволяє як знизити затрати на електропостачання, так і зменшити викиди CO₂ в атмосферу.

Література.

1. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / С. М. Бевз [та ін.]; під заг. ред. А. К. Шидловського: - НАН України, Підприємство "Укренергозбереження". - К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. - 560 с. - ISBN 978-8578-08-3

2. І. В. Кузьо. Обґрунтування розвитку вітроенергетичних установок малої та над малої потужності / І. В. Кузьо, В. М. Корендій // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. - 2010. - № 679. - С. 61-68.

3. Денисюк С.П. Принципи побудови автономних систем енергопостачання на базі нетрадиційних джерел енергії / Денисюк С.П. - Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, №2. - К.:Державний комітет з енергозбереження України, НАН України, АТ "Укренергозбереження", - 1999. - С.39-42.

4. Плешков С.П. Автоматизація управління енергоспоживанням в сільськогосподарському виробництві: дис. на здобуття вченого ступеню канд. техн. наук: спец. 05.13.07 –«Автоматизація технологічних процесів»/ Плешков С.П. – Кіровоград – 2003. – 186 с.

V.ROZEN Y. INSHEKOV, I.KALINCHYK

OPTIMIZATION OF THE ELECTRICITY GENERATION PROCESS FOR A COMBINED ELECTRICITY SYSTEM

Energy supply of chemical objects is considered. It is shown that use of own energy sources by this energy consumption group is not widely applied. In the article it is displayed that the heat produced during ammonia synthesis is not applied for effective work, moreover, additional energy is wasted to cool down the vapor. Thus, energy saving effect can be reached through use of the heat given out during transferring this energy to electricity; and for intake pumps supply energy of mini HES built on the nearby river can be used. A combined energy supply system for chemical plant was suggested; it composes from units of Unified Power System, mini-HES and turbine-generating set which applies the heat produced during technological process. Mathematical model for optimization of electricity production by the combined power system was proposed. It is shown that combined energy production contributes diminishing generated capacity in the UPS of Ukraine and CO₂ emissions ejected to atmosphere proportionally.

Keywords: electricity supply, optimization, combined power system, renewable power generation.

1. Energoefektyvnist ta vidnovlyvalny dzherela energiyi/ S.M.Bevz [ta insh.]; pid zag. red. A.K. Shidlovskogo: NAN Ukrainy, Pidpriyemstvo "Ukrenergozberezhennya". K.: Ukrayinski entsiklopedychny znannya, 2007. 560 s. - ISBN 978-8578-08-3.

2. I.V. Kuzyo. Obgruntuvannya rozvytku vitroenergetichnyh ustanovok maloi ta nadmaloi potuzhnosti/ I.V. Kuzyo, V.M. Korendiy/ Visnik Natsionalnogo universytetu "Lvivska politekhnika". Optimizatsiya virobnychyh protsesiv i technichniy kontrol u mashinobuduvanny ta priladobuduvanny. -2010. - № 679. - S. 61-68.

3. Denysyuk S.P. Printsipy pobudovy avtonomnykh system energopostachannya na bazi netraditsyinykh dzherel energiyi/ Denysyuk S.P. - Novitni tekhnologiyi v sfery netraditsyinykh i vidnovlyvalnykh dzherel energiyi, №2. - K.: Derzhavny komitet z energozberezhennya Ukrainy, NAN Ukrainy, AT "Ukrenergozberezhennya", - 1999. - S.39-42.

4. Plyeshkov S.P. Avtomatizatsiya upravlinnya elektrospozhivanniam v silskogospodarskomu vyrobnytstvi: diss. na zdobuttya vchenogo stupenyu kand. tekhn. nauk: spets. 05.13.07 – "Avtomatizatsiya tekhnologichnykh protsesiv"/Plyeshkov S.P. – Kirovograd. 2003. – 186 s.

УДК 621-523.8

В.П. РОЗЕН, Е.Н. ИНШЕКОВ, И.В. КАЛИНЧИК

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Синтезирована комбинированная система электроснабжения химического предприятия, включающая источники объединенной энергосистемы, мини-ГЭС и турбогенератор, работающий на теплоте, выделяющейся в результате технологического процесса. Предложена математическая модель оптимизации выработка электроэнергии синтезированной энергосистемы. Показано, что использование комбинированного электроснабжения обеспечивает уменьшение генерируемой мощности в

объединенной энергосистеме Украины, что приводит к пропорциональному уменьшению выбросов CO₂ в атмосферу.

Ключевые слова: электроснабжение, оптимизация, комбинированная энергосистема, возобновляемая энергетика.

УДК 621.311

Н.В.БУСЛОВА, М.О.БАДЕЩЕНКОВА, І.М.ЧАЮН

ВПЛИВ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ НАПРУГОЮ 750 КВ ВІД ПІДСТАНЦІЇ «ЗАПОРІЗЬКА АЕС» ДО ПІДСТАНЦІЇ «КАХОВСЬКА» НА РЕЖИМИ РОБОТИ ОБ'ЄДНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

Одним з головних напрямків розвитку електроенергетики України є розширення магістральних мереж, насамперед мереж напругою 750 кВ. Серед об'єктів напругою 750 кВ, що плануються до спорудження згідно з Енергетичною стратегією України, варто виділити повітряну лінію від підстанції «Запорізька АЕС» до підстанції «Каховська». В роботі зазначено важливість її спорудження та розглянуто вплив цієї лінії на режими роботи Об'єднаної енергосистеми України.

Ключові слова: Повітряна лінія, Режим роботи, ОЕС України, Оптимізація, програмний комплекс «КОСМОС».

Вступ

Основною задачею магістральних електричних мереж є забезпечення функціонування Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України як єдиного комплексу з виробництва електроенергії, її транзиту з регіонів, які характеризуються надлишками генеруючих потужностей, у дефіцитні регіони та постачання в розподільні мережі. Основу магістральних мереж ОЕС України становлять лінії напругою 750 кВ. В перспективі до 2030 р. передбачено інтенсивний розвиток системоутворювальної мережі напругою 750 кВ для підвищення надійності функціонування ОЕС України [1].

Завдання та мета дослідження

Метою дослідження є визначення впливу повітряної лінії (ПЛ) напругою 750 кВ від підстанції (ПС) «Запорізька АЕС» до ПС «Каховська» на режими роботи ОЕС України.

Спорудження цієї лінії планувалось ще за радянських часів. У 80-х роках ХХ століття вона була спроектована та пізніше частково побудована. Незважаючи на те, що для спорудження лінії вже були придбані земельні ділянки, у 1992 році будівництво припинили.

Зараз до ПС «Запорізька АЕС» підключено три ПЛ 750 кВ, через які здійснюється видача потужності Запорізької АЕС до мереж ОЕС України, а саме: ПС «Запорізька АЕС» – ПС «Дніпровська», ПС «Запорізька АЕС» – ПС «Запорізька», ПС «Запорізька АЕС» – «ПС Південнодонбаська» – ПС «Донбаська». Планувалося, що ПЛ «Запорізька АЕС – Каховська» стане однією з чотирьох повітряних ліній для видачі потужності Запорізької АЕС та дасть їй змогу працювати на повну потужність. Однак через зупинку спорудження лінії схема приєднання Запорізької АЕС потужністю 6000 МВт не відповідає Нормам технологічного проектування АЕС, оскільки в діапазоні потужності 5300-6000 МВт не забезпечується динамічна стійкість її енергоблоків при каскадному відключенні двох ПЛ 750 кВ (на ПС «Дніпровська» та ПС «Запорізька»). Це означає, що гранична потужність АЕС при трьох існуючих лініях і автотрансформаторному зв'язку обмежена величиною 5300 МВт. Таким чином, спорудження четвертої лінії напругою 750 кВ від Запорізької АЕС є необхідним.

Наразі спорудження лінії «Запорізька АЕС – Каховська» відновлено, оскільки введення в експлуатацію ПЛ 750 кВ ПС «Запорізька АЕС» – ПС «Каховська» разом з ПС 750/330/220 кВ «Каховська» дозволить зняти обмеження на видачу потужності Запорізької АЕС та підвищити надійність електропостачання споживачів південних регіонів України [2]. Підстанція «Каховська» є надзвичайно важливим об'єктом, адже вона буде фактично джерелом електроенергії для Кримської енергосистеми (ЕС) і дефіцитних частин Дніпровської та Південної ЕС. Також планується, що пізніше вона стане основою для спорудження ПЛ 750 кВ «Каховська – Приморська», яка необхідна для підвищення надійності електропостачання південних районів Одеської області.

Загальна довжина ПЛ «Запорізька АЕС – Каховська» становить 186,11 км. Всього на трасі лінії планується встановити 496 опор, з яких 427 проміжних та 69 анкерних. Однією з особливостей лінії є використання посиленних опор, оскільки типові опори не відповідають вимогам діючого ПУЕ [3], а