

minimum. With two models studied electric brushless scheme in MATLAB and found the best for high dynamic power and performance - with a PI speed controller with fuzzy logic.

Keywords: brushless drive, energy efficiency, electric, electric forklift, fuzzy logic.

1. Zakladnyi O.M. Energy-efficient electric drive with brushless motor: Monograph / O.M. Zakladnyi, O.O. Zakladnyi – K.: Publisher "Libra", 2012. – 185 p.
2. Zakladnyi O.M. The use of advanced power electronic components in a controlled electric / O.M. Zakladnyi, O.O. Zakladnyi // Energy: economy, technology, ecology. 2006. №2. P. 47-53.
3. Zakladnyi O.M. Influence of ways to manage the switch to electric conversion quality brushless drive / O.M. Zakladnyi, O.O. Zakladnyi // Information collection "Industrial power engineering and electrical engineering" Promelektro. 2008. №3. P. 35-39.
4. Acarnley P.P., Watson J.F. Review of Position-Sensorless Operation of Brushless Permanent-Magnet Machines// IEEE Trans. Ind. Electron. - Vol. 53, No.2, P. 352-362, Apr. 2006.

УДК 62-83-52.003(082)

А.Н. ЗАКЛАДНОЙ, О.А. ЗАКЛАДНОЙ, В.О. БРОНИЦКИЙ, Д.Ю. МОГИЛАТ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭЛЕКТРОПОГРУЗЧИКА

Приведены результаты анализа и сравнения электроприводов электропогрузчиков с различными типами электродвигателей (постоянного тока, асинхронным, синхронным с постоянными магнитами). Показано, что по массо-габаритным показателям и КПД наиболее перспективным является электропривод с синхронным двигателем с постоянными магнитами. Проанализированы способы управления вентильным двигателем, и выбран энергоэффективный, заключающийся в поддержании постоянной величины угла запаса δ преобразователя на минимальном уровне. С помощью двух моделей исследован электропривод по схеме вентильного двигателя в среде MATLAB, и определена лучшая по высоким динамическим и энергетическим показателям – с ПИ-регулятором скорости с нечёткой логикой.

Ключевые слова: вентильный двигатель, энергоэффективность, электропривод, электропогрузчик, нечёткая логика.

УДК 621.31

А.В. ПРАХОВНИК, Т.М. БАЗЮК

**ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ
ТА КОНЦЕНТРАЦІЯ ПОТОКУ ЕНЕРГІЇ
НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ**

У статті розглянуто питання оптимізації використання енергетичних ресурсів. Проаналізовано можливості підвищення ефективності використання низькопотенціальних джерел енергії, первинних та вторинних енергетичних ресурсів. Розглянуто способи раціонального та більш ефективного використання традиційних джерел енергії. Розглянуто можливості концентрації потоку енергії сонячного випромінювання, води, вітру та низькопотенціального тепла. Визначено спосіб підвищення ефективності низькопотенціальних джерел енергії. Наведено особливості побудови та переваги електроенергетичних комплексів на основі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. Зроблено оцінку проблем, які вирішує впровадження таких комплексів.

Ключові слова: енергоефективність, низькопотенціальні джерела енергії, концентрація, підсилення потоку, електроенергетичний комплекс.

Вступ. Для отримання енергії потрібні первинні її джерела: сонце, вітер, вода та паливо: вуглеводневе (нафта, газ, вугілля, дрова) та ядерне. Причому всі вони не корисні до тих пір, доки не перетворюються в необхідні енергетичні послуги для кінцевого споживача. У багатьох країнах велика кількість первинної енергії витрачається марно через недосконалу конструкцію або нераціональну експлуатацію устаткування внаслідок недбалого господарського управління процесами енерговикористання [1].

Основними паливно-енергетичними ресурсами, на яких базується сучасна енергетика, є викопне паливо, продукти його переробки (моторне паливо, мазут, брикети), водяні потоки (річки), ядерне паливо (уран, торій) [3]. Використання традиційних невідновлювальних джерел енергії, таких як вугілля, нафта, газ та ін. для виробництва енергії спричинює дві глобальні проблеми: виснаження природних ресурсів та забруднення навколишнього середовища, а використання атомної енергетики, як показав досвід, може спричинити глобальні екологічні катастрофи.

Існують й інші енергетичні ресурси, наприклад, біомаса, енергія сонця, енергія вітру, енергія хвиль, гідроресурси, геотермальна енергія та ін. – це відновлювальні джерела енергії.

Сучасний рівень споживання електричної та теплової енергії не дозволяє повністю відмовитися від використання органічного та ядерного палива. Однак, враховуючи те, що їх запаси вичерпні, постає питання в ефективності його використання. Все більше уваги приділяється «малій енергетиці», яка використовує генератори невеликої потужності, що є більш енергоефективні, більш вигідні економічно та екологічно чистіші. При використанні нових генераторів в атмосферу потрапляє на 70...100% відсотків менше шкідливих речовин, ніж від звичайних електростанцій. Це відбувається за рахунок більш ефективного спалювання традиційного палива, спільного виробництва теплової та електричної енергії, використання відновлювальних джерел енергії, а також через те, що нові генератори мають значно більший коефіцієнт корисної дії. Оскільки, їх встановлюють в безпосередній близькості до споживачів, то зменшуються втрати при транспортуванні, а більшість теплових викидів утилізується (використовується для потреб систем гарячого водопостачання та опалення), чим і досягається висока ефективність використання палива на рівні 80...96% [2].

Метою даної статті є проведення досліджень щодо ефективності використання енергетичних ресурсів та визначення можливих шляхів підвищення концентрації низькопотенціальних джерел енергії та подальшої оптимізації параметрів потоку.

Аналіз показав, що всі енергетичні ресурси можна використовувати ефективніше та раціональніше, а враховуючи постійне зростання цін на паливо та рівень забруднення навколишнього середовища це є необхідним. У вирішенні цього питання вже набуто певний досвід, розглянемо й інші можливості такого використання.

Представлена схема (рис. 1), наочно показує шлях енергії від її вихідного стану до кінцевого споживання, відображає загальний взаємозв'язок між джерелами первинної енергії та видами кінцевої енергії [3].



Рис. 1. Структура енергопостачання

Одним із основних завдань, які ставить перед суспільством «енергетика сталого розвитку» є ефективне використання енергетичних ресурсів, якого можна домогтися різними способами. Що стосується традиційних джерел енергії, то це збагачення палива, використання ефективних режимів спалювання, додавання різного роду присадок для отримання найбільшої ефективності та ін. У випадку нетрадиційних джерел енергії, для яких характерною є низька густина енергетичного потоку на одиницю площі, найкращим способом підвищення ефективності використання є концентрація енергії. Використання концентраторів дозволяє покращити характеристики та параметри потоку (повітря, води, сонячного випромінювання) та теплової енергії (низькопотенціальне тепло) після чого зростає ефективність використання цих енергетичних ресурсів.

Для підсилення енергії сонячного випромінювання використовують оптичні концентратори, які дозволяють зібрати максимальну кількість променів та спрямувати їх на приймач сонячної енергії. Для підсилення потоку води використовують різноманітні водоприймачі, основою яких є конфузори, дифузори та їх комбінації, а також, потоконаправляючі елементи, які також можна використовувати і для підсилення вітру. Що стосується концентрації низькопотенціального тепла та його перетворення і передачі до споживача, то для цього призначений тепловий насос (ТН).

При використанні концентраторів можна зменшити розміри та масу основного приймача і використати нові, хоча і високовартісні, але більш ефективні перетворювачі. Крім того, більше енергії на одиницю площі збільшує енергетичну ефективність перетворення того чи іншого виду первинної або вторинної енергії в електричну чи теплову.

Концентрація енергетичних ресурсів – це процес зосередження і накопичення енергетичних ресурсів в одному місці та збільшення їх енергетичного потенціалу для подальшого більш ефективного перетворення в електричну, теплову або механічну енергію.

Традиційні джерела енергії.

Понад 80 % теплової та електричної енергії отримують за рахунок спалювання викопного органічного палива. У структурі викопного органічного палива питома вага нафти становить близько 45%, природного газу – 18%, вугілля – 37%.

Залежно від виду первинної енергії розрізняють теплові електростанції (ТЕС), гідроелектричні станції (ГЕС), атомні електростанції (АЕС) та ін. До ТЕС належать конденсаційні електростанції (КЕС) і теплоелектроцентрали (ТЕЦ).

На ТЕС, де виробляється понад 80% одержуваної у світі енергії, потенційна хімічна енергія органічного палива (вугілля, нафти або газу) перетворюється на теплову енергію водяної пари, яка, в свою чергу, перетворюється в електричну [3].

Найбільш вигідними способами підвищення ефективності використання первинних енергетичних ресурсів на ТЕС є збагачення та ефективне спалювання палива, вдосконалення технологічного обладнання (котлів, пальників), ізоляція трубопроводів та повторне використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) (регенерація, рекуперація). Що стосується АЕС, то до найбільш вигідних напрямків ефективного використання енергоресурсів можна віднести збагачення ядерного палива, вдосконалення обладнання та використання скидної теплової енергії.

Нетрадиційні джерела енергії.

Майже всі енергетичні ресурси Землі є продуктами діяльності Сонця. Одним з головних напрямків нетрадиційної енергетики є перетворення і використання сонячної енергії прямими та непрямими методами. Прямими називають методи безпосереднього перетворення енергії сонячного випромінювання на електричну та теплову. Непрямі методи дають можливість використовувати кінетичну і потенційну енергію що виникає внаслідок дії сонячного випромінювання на біосферу.

До основних нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) належать: енергія Сонця, вітру, тепла Землі, біомаси (органічні відходи господарської діяльності людини, енергетичні плантації рослин), океанів і морів (припливи і відпливи), гідроенергія (річки, гідроакмулювальні системи), а також вторинні енергетичні ресурси (теплові відходи промислових і сільськогосподарських підприємств та ін.).

Енергія сонячного випромінювання.

Оптичні концентратори сонячного випромінювання є одним із найважливіших компонентів, що підвищують енергоефективність теплових та фотоелектричних систем енергетики.

Оптичний концентратор – це конструктивний елемент призначений для концентрації (збирання) енергії сонячного випромінювання на приймач. На рис. 2 представлена класифікація оптичних концентраторів. Комбінація кількох таких концентраторів утворює оптичну концентраторну систему.

На сьогоднішній день широке розповсюдження в системах сонячної енергетики отримали лише оптичні концентратори першого покоління, які розвиваються у напрямі вдосконалення класичних технологій та створення принципово нових технологій збирання оптичного випромінювання. Зокрема, рефракційні та відбиваючі (дзеркальні) оптичні концентратори. Вони дозволяють досягти високого рівня концентрації сонячного випромінювання та використовувати малогабаритні високоефективні фотоелектричні перетворювачі. На жаль, концентратори першого покоління мають великі габарити та

масу і потребують використання трудомістких методів механообробки при виготовленні і є не сумісними з інтегральними методами тиражування, які використовуються сьогодні у виробництві напівпровідникових фотоелектричних приймачів сонячної енергії.

№	КЛАСИФІКАЦІЯ СОНЯЧНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ	
1	За фізичним принципом відхилення оптичних променів елементи	1) рефракційні (заломлюючі) елементи; 2) дзеркальні (відбиваючі) елементи; 3) дифракційні (голографічні).
2	За спектральним складом сонячного випромінювання, що концентрується на приймачі сонячної енергії	1) ультрафіолетове випромінювання; 2) випромінювання видимого спектру; 3) інфрачервоне випромінювання; 4) багатоспектральне випромінювання; 5) монохроматичне випромінювання.
3	За кутовою апертурою оптичної системи концентрації прямих, косих та розсіяних променів	1) вузько апертурні конструкції; 2) широко апертурні (світлосильні) конструкції.
4	В залежності від форми робочої поверхні оптичного елемента та фізичних особливостей формування вихідного хвильового фронту, що використовується для усунення аберацій оптичного пучка	1) сферичні концентраторні елементи; 2) асферичні (циліндричні, параболічні, гіперболічні та інші) концентратори.
5	В залежності від форми сфокусованого оптичного пучка та форми приймача сонячної енергії	1) точкові концентратори; 2) лінійні концентратори.
6	За кількістю паралельно розташованих фокусуємих елементів в оптичній концентруючій системі	1) одноелементні концентратори; 2) багатоелементні концентратори.
7	За кількістю фокусуємих елементів в оптичній концентраторній системі, розташованих послідовно по ходу оптичних променів	1) однокаскадні; 2) двокаскадні; 3) трьох каскадні; 4) багато каскадні.
8	За фізичними принципами, що лежать в основі виникнення кінцевого випромінювання	1) концентратори первинного випромінювання; 2) концентратори вторинного випромінювання (або люмінесцентні).
9	За особливостями поширення хвильового фронту при збиранні сонячного випромінювання	1) хвилевидні елементи; 2) елементи об'ємного типу.
10	За хімічним складом матеріалів, що використовуються для виготовлення оптичного концентратора	1) органічні (полімерні); 2) неорганічні.
11	В залежності від співвідношення довжин хвилі та геометричних розмірів елементарних структурних утворень концентраторів, відповідальних за відхилення оптичного пучка	1) макроскопічні; 2) наноструктуровані.

Рис. 2. Класифікація оптичних концентраторів сонячної енергії.

Друге покоління сонячних концентраторів пов'язане із застосуванням дифракційних голографічних елементів, що працюють на пропускання та відбивання. До дифракційних голографічних концентраторів відносяться голографічні фокусуємих елементи та лінійні дифракційні ґратки, які використовуються для введення випромінювання в оптичні хвилеводи. Перевагою голографічних концентраторів є малі габарити (товщина) та низька вартість. Вадами голографічних концентраторів є низька дифракційна ефективність у широкому спектральному діапазоні сонячного випромінювання, а також наявність хроматичних абераційних викривлень сонячного пучка [4].

Уже протягом кількох десятиліть концентратори сонячної енергії інтенсивно розвиваються та більше не потребують особливих доказів для підтвердження їх ефективності та прав на існування.

Енергія вітру.

Сучасні вітроенергетичні установки (ВЕУ) використовують вітер приземного шару атмосфери. На попередній стадії виявлення перспективності ВЕУ використовується один з головних показників

ефективності – середньорічна швидкість вітру. Вважається, що для побудови ефективної ВЕУ ця величина повинна становити 5 м/с та більше. Майже не використовується, для вироблення енергії, вітер із меншою швидкістю.

При оцінці ефективності вітрового потоку, використовується наступна формула:

$$P = C_p \cdot \rho \cdot S \cdot \frac{V^3}{2}, \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт ефективності вітроколеса, ρ – густина повітря ($\text{м}^3/\text{с}$), S – площа вітроколеса (м^2), V – швидкість вітру біля вітроколеса ($\text{м}/\text{с}$) [2].

Концентратори вітрового потоку мають значний вплив на швидкість вітру, в кубічній залежності від якої знаходиться потужність всього потоку повітря. Їх використання дасть змогу підвищити ефективність використання малопотужних вітрів.

Широкому розповсюдженню ВЕУ перешкоджає ряд причин: 1) мала питома густина вітрового потоку; 2) суттєва залежність величини енергії вітрового потоку від природних умов та перешкод; 3) недостатньо розроблені методики оптимізації основних параметрів. Густина вітрового потоку, а, отже, і ефективність вітроенергетичних установок, можна підвищити з допомогою концентратора вітрового потоку, або в деяких випадках потоконаправляючого елемента. Вони суттєво змінюють кінематичні характеристики потоку (швидкість течії, напрямки та ін.). Одночасно потокоформуєчі установки зазвичай характеризуються достатньо великими розмірами, а тому впливають на вартість цілої установки, особливо , якщо вона має малу потужність.

При об'єднанні енергетичних установок, працюючих від різних джерел енергії, можна суттєво підвищити гарантоване енергопостачання споживачів.

Енергія води.

Елементами що підвищують ефективність потоку в гідроенергетичних установках є водоприймальні та водовідвідні споруди, турбінні камери, направляючі площини, водовипуски та ін.. Концентраторами потоку в гідроенергетичних установках, таких як ГЕС, міні-ГЕС, ГАЕС та насосних станціях, є водоприймачі та водовипуски, параметри яких значно впливають на втрати напору, та на сам потік, і, відповідно на потужність енергоустановок і виробництво (ГАЕС, ГЕС) та споживання електроенергії (насосні станції). Водоприймальні та водовідвідні елементи в конструктивному виконанні є конфузorno-дифузornoними каналами, проходячи крізь які збільшується або зменшується напір потоку.

При оцінці ефективності потоку води, використовується наступна залежність:

$$P = 9,8 \cdot Q \cdot \rho \cdot H, \quad (2)$$

де Q – об'ємна витрата води ($\text{м}^3/\text{с}$), H – напір (м), ρ – густина води ($\text{м}^3/\text{с}$) [2].

Концентруючі та потокоформуєчі елементи гідроенергетичних установок впливають на швидкість потоку води V ($\text{м}/\text{с}$), від якої залежать об'ємна витрата ($Q=f(V)$) та напір потоку води ($H=f(V)$). Свою ефективність конфузornoні водопідвідні та дифузornoні водовідвідні канали доводять при роботі з малопотужними гідротурбінами в малих річках, джерелах, перепаді висот на озерних водостоках, та ін..

Вторинні енергетичні ресурси.

Вторинними енергетичними ресурсами називають енергетичний потенціал продукції, побічних і проміжних продуктів, що утворюється в технологічних установках і втрачається в самому агрегаті, але його можна частково або повністю використати для енергопостачання інших споживачів. Використання ВЕР є одним із найбільших резервів економії палива. Їх можна використовувати безпосередньо без зміни виду енергоносія (потреби в тепловій енергії та паливі) або через виробництво теплової та електричної енергії, холоду або механічної роботи в утилізаційних установках [3].

Поряд зі збільшенням ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, утилізація ВЕР дає змогу знизити негативний вплив енергопостачання й енергоспоживання на довкілля, зокрема меншими стають теплові викиди виробництва, а також вміст шкідливих речовин у продуктах згорання.

Застосування вторинних енергетичних ресурсів, що так чи інакше виникають під час технологічних процесів, є одним із найбільших резервів енергозбереження. Вихід вторинних енергоресурсів залежить від цілої низки чинників: параметрів, за яких відбувається процес, його режиму, технологічного устаткування та ін.

З метою зменшення втрат, на практиці виникає потреба постійно проводити організаційно-технічні заходи, проводити налаштування технологічних процесів і режимів роботи агрегатів та мереж, покращувати ізоляцію технологічного устаткування, трубопроводів гарячої та холодної води, водяної пари та ін.

Одним із способів зменшення втрат є можливість повернення частини втрат енергії безпосередньо до того процесу, в якому вони утворюються. Численні дослідження підтверджують енергетичну й економічну ефективність регенерації та рекуперації енергії. Після цього залишаються тільки втрати, яких при наявному рівні розвитку техніки зменшити й уникнути неможливо. Саме цю частину енергетичних втрат прийнято вважати вторинними енергоресурсами, які можна поділити на паливні, теплові та підвищеного тиску.

Залежно від виду і параметрів вторинні енергоресурси використовують в одному з таких напрямів: *паливні* – як котельно-пічне паливо; *теплові* – в утилізаційних установках або безпосередньо споживачем, щоб забезпечити потреби в тепловій енергії або холоді; *електроенергетичні* – перетворення енергоносія для одержання електроенергії в газових або парових конденсаційних турбоагрегатах; *комбіновані* – для виробництва в утилізаційних установках ТЕЦ електричної й теплової енергії за допомогою теплофікаційного циклу [3].

Низькопотенціальне тепло.

До низькопотенціальних теплових відходів (які є вторинними енергетичними ресурсами) належить ентальпія димових газів технологічних і енергетичних установок з температурою нижче 400 °С; технологічних рідин, що охолоджують елементи конструкцій технологічного устаткування; вентиляційних викидів; шахтних вод; стічних вод тощо [3]. Також до низькопотенціальних теплових ресурсів відноситься тепло ґрунту, ґрунтових вод, водойм та навколишнього середовища.

Пристроєм який перетворює і передає таке тепло в систему теплопостачання у вигляді нагрітого теплоносія або повітря для обігріву приміщень є *тепловий насос* (ТН), який являється своєрідним концентратором теплової енергії, адже під час роботи він накопичує низькотемпературну енергію навколишнього середовища і передає її через теплоносій до споживача вже із більш високою температурою. Класифікацію теплонасосних установок (ТНУ) представлено на рис. 3.:

№	КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК	
1	За принципом дії (схема, робоче тіло):	1) компресійні ТН; 2) газо-компресійні (ГТН); 3) паро-компресійні (ПТН); 4) сорбційні ТН; 5) абсорбційні ТН; 6) адсорбційні ТН; 7) паро-ежекторні ТН; 8) вихрові ТН; 9) термоелектричні ТН; 10) магнітокалоричні ТН; 11) механохімічні ТН; 12) хімічні ТН; 13) термодинамічні ТН.
2	За кількістю теплових насосів у ТНУ:	1) одноступеневі; 2) двоступеневі; 3) каскадні.
3	За джерелом низько потенціального тепла:	1) навколишнє повітря; 2) водойми (озера, річки та ін.); 3) ґрунтові та підземні води; 4) поверхневий та глибинний ґрунт; 5) штучні джерела низькопотенціального тепла.
4	За типом теплообмінника ТН:	1) вода-вода; 2) вода-повітря; 3) повітря-повітря; 4) повітря-вода; 5) земля-вода; 6) земля-повітря.
5	За принципом взаємодії робочих середовищ:	1) відкритий цикл; 2) закритий цикл.
6	За типом холодоагента ТН:	1) повітря; 2) вода; 3) фреони; 4) аміак; 5) вуглекислота; 6) водень; 7) гелій; 8) інші гази та суміші.
7	За температурним режимом:	1) високотемпературні; 2) середньотемпературні; 3) низькотемпературні.
8	За призначенням ТНУ:	1) стаціонарні; 2) пересувні; 3) для акумулювання теплової енергії; 4) для транспорту теплової енергії; 5) для утилізації скидного тепла.
9	За споживачами тепла:	1) системи опалення; 2) системи гарячого водопостачання; 3) системи підігріву; 4) системи охолодження; 5) системи акумулювання; 6) змішані системи.
10	За режимом експлуатації ТНУ:	1) моновалентний режим; 2) моноенергетичний режим; 3) бівалентний режим.

Рис. 3. Класифікація ТНУ [5]

Використанню охарактеризованих вище енергетичних ресурсів не приділялося достатньо уваги через те, що вважалося, що вони є економічно неефективні. Якщо врахувати, що тепловими викидами супроводжується майже кожен технологічний процес, то з точки зору потенційних споживачів низькопотенціального тепла, джерела теплової енергії знаходяться в безпосередній близькості до споживачів, а отже втрати при транспортуванні будуть мінімальними. Також, варто зазначити що утилізація низькопотенціального тепла, як і всіх видів ВЕР, сприяє охороні довкілля та зменшенню теплового навантаження на навколишнє середовище.

Комплексні системи енергопостачання на основі НВДЕ

Комплексна система електропостачання – система енергозабезпечення, яка складається із обладнання що забезпечує ефективне перетворенням енергетичного потенціалу кількох видів ВДЕ.

Енергетичний комплекс – це те обладнання, яке необхідне для ефективного перетворення низького природного енергетичного потенціалу ВДЕ в електричну або теплову енергію.

Електроенергетичний комплекс є модульною мікроенергосистемою, яка за рахунок накопичення енергії забезпечує баланс між споживанням та виробництвом електроенергії. Така система безперервно забезпечує споживача необхідною кількістю електроенергії високої якості. Дана система складається із трьох блоків: енергетична установка (сонячна батарея, ВЕУ та ін.) – блок керування – блок накопичувачів (в даному випадку). Блочне виконання дозволяє створювати різноманітні комбінації модулів в залежності від виду ВДЕ та навантаження споживача. Модульне виконання електроенергетичного комплексу дозволяє об'єднувати споживачів у локальні мережі (мікромережі).

Введення в експлуатацію електроенергетичних комплексів допоможе вирішувати наступні питання:

- зменшення споживання викопного палива для виробництва електроенергії;
- зменшення загального навантаження на енергосистему;
- зменшення пікового навантаження на енергосистему;
- забезпечення електроенергією у випадку аварійних ситуацій;
- зменшення втрат в електромережі при передачі (виробництво електроенергії на місцях);
- можливість отримати додаткові генеруючі потужності без будівництва великих електростанцій, введення нових підстанцій та заміни ліній електропередач;
- можливість отримувати доходи за рахунок продажу надлишку електроенергії;
- зменшення витрат на електроенергію шляхом зменшення загального та/або пікового навантаження на енергосистему (для підприємств та індивідуальних споживачів);
- зменшення витрат за рахунок акумулювання електроенергії в період дії «нічного тарифу»;
- підвищення енергонезалежності споживачів;
- підвищення надійності енергопостачання.

Застосування електроенергетичних комплексів дозволяє індивідуальному споживачу повністю або хоча б частково забезпечувати себе «чистою» електроенергією, а у разі використання теплоенергетичного чи комбінованого енергетичного комплексу – тепловою енергією для систем гарячого водопостачання та опалення.

Комплекс електро- та енергопостачання для покриття пікових навантажень. Основною перевагою такого комплексу є те, що для повного або часткового забезпечення пікових навантажень споживача необхідно встановлювати генеруючі потужності в 5 – 20 разів менші самих пікових навантажень споживача. Крім того, модульне виконання комплексних систем енергопостачання дозволить оперативно та в короткі терміни додати або замінити на нові чи інші типи наявних генеруючих потужностей.

Важливим моментом є те, що всі джерела енергії та модулі які використовуються при створенні електроенергетичних комплексів є взаємозамінними та взаємодоповнюючими, завдяки чому можна отримати досить високу надійність енергопостачання.

Технічні та економічні аспекти запропонованого підходу з впровадження електроенергетичних комплексів показують доцільність їх використання для енергопостачання як автономних споживачів, так і споживачів, під'єднаних до централізованої мережі.

Висновки.

1. Використання НВДЕ, ВЕР, низькопотенціальних джерел енергії сприятиме скороченню використання традиційного органічного палива, що в свою чергу сприятиме зменшенню витрат, та позитивно вплине на покращення екології навколишнього середовища внаслідок скорочення викидів шкідливих речовин та тепла.

2. Використання різного роду концентраторів для підвищення ефективності енергетичних систем дозволить використовувати ті енергетичні ресурси, які раніше не використовувалися та залишалися поза балансом.

3. Розробка нових типів та форм концентраторів дасть можливість більш широко використовувати низькопотенціальні енергетичні ресурси в будь-якому місці.

4. Комплексні системи часткового або повного забезпечення потреб споживачів в електричній та тепловій енергії на основі НВДЕ допоможуть вирішити цілий ряд проблем, викликаних постійним зростанням потреб споживачів, в тому числі проблему пікових навантажень.

Література.

1. Праховник А.В., Іншеков С.М., Штогрин С.А. Введення в енергетичний менеджмент. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 272 с.
2. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения. – К.: «Освіта України», 2007. – 464 с. іл.
3. Маляренко В.А. Энергетика і навколишнє середовище. – Х.: Видавництво «САГА», 2008. – 364с.
4. Концентраторні технології геліоенергетики: Визначення та класифікація оптичних концентраторів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://tp.quelta.com.ua/shop5/index.php?productID=542>
5. Классификация тепловых насосов. [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://osipovs.ru/index.php/klasifikacia>

А. PRAKHOVNIK, T. BAZIUK

THE EFFICIENT USE OF ENERGY RESOURCES AND ENERGY CONCENTRATION OF LOW-POTENTIAL ENERGY SOURCES

The article deals with the question of optimization of the energy resources usage. Possibilities for low-potential energy sources, primary and secondary energy resources efficiency increase were analyzed. The methods of the rational and more efficient use of the traditional energy sources were considered. Possibilities for the energy flow concentration of solar radiation, water, wind and low potential heat were observed. Method for increasing the efficiency of low-potential energy was defined. The features and advantages of the electrical power systems construction based on alternative and renewable energy sources were pointed. Evaluation of the problems solved by implementation of these complexes was done.

Key words: energy efficiency, low-potential energy, concentration, flow enhancement, energy complex, alternative and renewable energy sources.

1. A. Prakhovnik, Ye. Inshekov, Ye. Shtogryn. Introduction to energy management. – К.: NTUU «KPI», 2012. – 272 p.
2. A. Prakhovnik. Small power industry: distributed generation in the power systems. – К.: «Osvita Ukrainy», 2007. – 464 p.
3. V. Malyarenko. Energy and the environment. – H.: Vydavnytstvo «SAGA», 2008. – 364 p.
4. <http://tp.quelta.com.ua/shop5/index.php?productID=542>.
5. <http://osipovs.ru/index.php/klasifikacia>.

УДК 621.31

А.В. ПРАХОВНИК, Т.М. БАЗЮК

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ПОТОКА ЭНЕРГИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В статье рассмотрен вопрос оптимизации использования энергетических ресурсов. Проанализированы возможности повышения эффективности использования низкопотенциальных источников энергии, первичных и вторичных энергетических ресурсов. Рассмотрены способы более рационального и более эффективного использования традиционных источников энергии. Рассмотрены возможности концентрации потока энергии солнечного излучения, воды, ветра и низкопотенциального тепла. Определен способ повышения эффективности низкопотенциальных источников энергии. Приведены особенности построения и преимущества электроэнергетических комплексов на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Сделана оценка проблем, которые решает внедрение таких комплексов.

Ключевые слова: энергоэффективность, низкопотенциальные источники энергии, концентрация, усиление потока, электроэнергетический комплекс.

МЕТОДОЛОГІЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

В статті розглянута методологія управління режимами електроспоживання промислових об'єктів, включаючи короткострокове прогнозування режимів електроспоживання, оперативне управління електроспоживанням, побудову комплексів технічних засобів контролю та управління використанням електричної енергії.

Ключові слова: електроспоживання, управління, споживачі-регулятори, оптимізація, облік, контроль.

Вступ. Актуальність проблеми управління використанням електричної енергії є суттєвою для всіх країн світу де є значна нерівномірність споживання електричної енергії протягом доби, в робочі та вихідні дні тижня, у різні сезони року, а також при нестачі маневрових енергогенеруючих потужностей.

Для здійснення заходів у напрямку управління використанням електричної енергії необхідно значно менших коштів, ніж введення у дію нових енергоблоків, проте таке управління може забезпечити зниження сучасної потреби енергетики в генеруючих потужностях не менш як на 10-15 відсотків.

Доцільність управління енерговикористанням не знижується навіть в умовах наявності в енергетичній галузі необхідних резервних та маневрових потужностей, оскільки заходи в цьому напрямку здебільшого економічно більш ефективні, ніж еквівалентний розвиток паливно-енергетичного комплексу держави, необхідний у зв'язку з некерованим зростанням попиту споживачів на електричну потужність та енергію.

Особливості управління електроспоживанням. Ефективне управління використанням електричної енергії залежить від комплексного розгляду принципових питань: розробки та запровадження прогресивної системи тарифів на електричну енергію, яка стимулювала б створення і використання у споживачів маневрового електричного навантаження (споживачів-регуляторів електричної енергії); створення моделей, методів та програмного забезпечення для управління електричним навантаженням споживачів та їх електроспоживанням; створення та забезпечення постачальників і споживачів електроенергії сучасними технічними засобами обліку та управління електроспоживанням; розробки і впровадження дієвої нормативно-правової бази управління використанням електричної енергії [1].

В працях НТУУ «КПІ» була запропонована концепція узагальненої оптимізації режимів електроспоживання промислових підприємств, яка передбачала комплексне дослідження питань створення вимірювально-інформаційних систем та інформаційних систем управління електроспоживанням, інформаційних потоків електроспоживання, що отримуються в темпі функціонування режимів електроспоживання підприємств на основі розробленої єдиної інформаційної бази, включаючи оперативне та автоматичне управління споживачами-регуляторами електричної енергії [2].

Планове управління електроспоживанням. Планування потужності споживача викликане необхідністю визначення потенціалу підприємства для регулювання навантаження в нормальному режимі з метою мінімізації затрат на електроспоживання (визначення споживачів-регуляторів (СР_н) електричної енергії нормального режиму) та у вимушеному режимі, який здійснюється при впровадженні обмежень з боку енергопостачальної організації (визначення споживачів-регуляторів (СР_в) електричної енергії вимушеного режиму) [3].

В роботі [4] запропоновано класифікацію та визначено критерії формування СР електричної енергії. Переведення споживачів електричної енергії на режим споживачів-регуляторів здійснюється відповідно до формалізованих цільових функцій та обмежень, що відповідають їм, а також з урахуванням типу та режиму роботи СР_і (див. таблицю).

Цільова функція	Обмеження цільової функції	Тип СР	Режим роботи
$W_H \rightarrow 0$	$\begin{cases} 3_D = 0, y = 0 \\ E = E_H, y = 0 \end{cases}$	$\begin{matrix} СР^I_H \\ СР^{II}_H \end{matrix}$	Нормальний
$W_n - W_{дон} \rightarrow 0$	$\begin{cases} 3_D = 0, y = 0 \\ E \geq E_H, y = 0 \end{cases}$	$\begin{matrix} СР^{III}_H \\ СР^{IV}_H \end{matrix}$	Нормальний
$y \rightarrow \min$	$W_H < W_{дон} \quad E > E_H$	$СР^V_B$	Вимушений