

УДК 621.31

Притискач І.В., канд. техн. наук, ст. викл., Оникійчук В.О., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

МУЛЬТИКРИТЕРІАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

Розроблено модель системи комплексного енергозабезпечення споживачів, у вигляді енергетичного хабу, який забезпечує потребу споживачів у електричній та тепловій енергії. До складу енергетичного хабу входять когенераційна установка та накопичувачі електричної та теплової енергії. Запропоновано мультикритеріальний підхід до оптимізації режимів роботи розглянутої системи енергозабезпечення.

The model of complex energy supply system of consumers is developed, in the form of an energy hub, which ensures the need of consumers in electric and thermal energy. The energy hub includes a cogeneration unit, storage units for electric and thermal energy. Multi-criteria approach for optimizing the operating modes of the considered energy supply system is proposed.

Вступ. Розвиток нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення енергетичної безпеки. Масштабне використання потенціалу ВДЕ в Україні є не тільки національним, але має також значне міжнародне значення як важливий фактор протидії глобальним змінам клімату планети, що покращує загальний стан енергетичної безпеки в Європі.

На сьогодні концепція розвитку енергетики України потребує впровадження інтелектуалізації енергетичних мереж для ефективного функціонування розосередженої генерації і їх інтеграції до енергетичної мережі. Впровадження таких комбінованих багатогенераційних систем може призвести до значного підвищення енергоефективності, зменшення викидів CO₂ та економії коштів у процесі забезпечення кінцевих споживачів енергоресурсами.

Аналіз стану питання. Концепція інтегрованої енергопостачальної системи використовує поняття «енергетичних хабів», які можна розглядати як узагальнення поняття мережевих вузлів в традиційних електричних мережах на більшу кількість видів енергоносіїв із врахуванням можливості їх взаємного перетворення [1].

Енергетичний хаб є інтегрованою системою з кількома видами енергоносіїв, і яка поєднує технології виробництва, перетворення та зберігання енергії, зокрема нетрадиційні та відновлювані джерела енергії та накопичувачі енергії, для забезпечення кінцевих споживачів електроенергією, теплом, холодом та іншими видами енергоносіїв.

Мета роботи. Метою дослідження є вивчення можливостей ефективного використання енергії в інтегрованих енергопостачальних системах, а також розробка та вдосконалення моделей мультикритеріального планування та оптимізації режимів роботи інтегрованих систем комплексного енергозабезпечення споживачів із урахуванням економічних та екологічних факторів.

Методики матеріали і результати досліджень. Елементами енергетичного вузла, з точки зору функціональності, можуть бути три основних елементи: прямі з'єднання, перетворювачі, накопичувачі. Прямі з'єднання використовуються для доставки вхідного носія до виходу без перетворення його в іншу форму або суттєво змінюючи його якість (напр., електрична напруга, гідравлічний тиск). Приклади цього типу елементів – це електричні кабелі, лінії електропередачі та трубопроводи. Перетворювачі використовуються для перетворення енергії в інші форми або якості. Прикладами є парові і газові турбіни, поршневі двигуни внутрішнього згорання, електричні машини,

паливні елементи, електролізери, термоелектричні перетворювачі тощо. Компресори, насоси, клапани управління тиском, трансформатори, силові електронні інвертори-фільтри, теплообмінники та інші пристрої зазвичай використовуються для кондиціонування, тобто перетворення параметрів енергоносіїв до бажаних. Третій тип елемента використовується для зберігання енергії, і також може бути реалізований за допомогою різних технологій. Тверді, рідкі та газоподібні енергоносії можна зберігати в ємностях та контейнерах із порівняно низькими втратами.

Представимо модель функціонування інтегрованої системи комплексного енергозабезпечення, яка має на меті задовольнити потребу споживачів у електричній та тепловій енергії із максимальною ефективністю. Така система буде розглядатися як енергетичний хаб, який працює паралельно із існуючими централізованими системами електропостачання та тепlopостачання. Основними енергоносіями, які споживаються в енергетичному хабі є електроенергія та тепло. Виконавши чисельне моделювання розглянутого енергетичного хабу для оцінки особливостей результатів та адекватності моделі. Моделювання виконаємо для тривалості 24 години із дискретизацією 1 година. Для моделювання були використані типові графіки споживання електроенергії та тепла в системі гарячого водопостачання для змішаного побутового та промислового навантаження

Безпосередньо моделювання оптимізаційних задач виконувалося із використанням пакету Optimization Toolbox середовища MATLAB. Результати розрахунків представлені на рисунках 1 використовуючи мультикритеріальний підхід. Варіант а відповідає поживанню електроенергії із енергосистеми, б продуктивність КГУ, в – Обмін енергією із електричними акумуляторами.

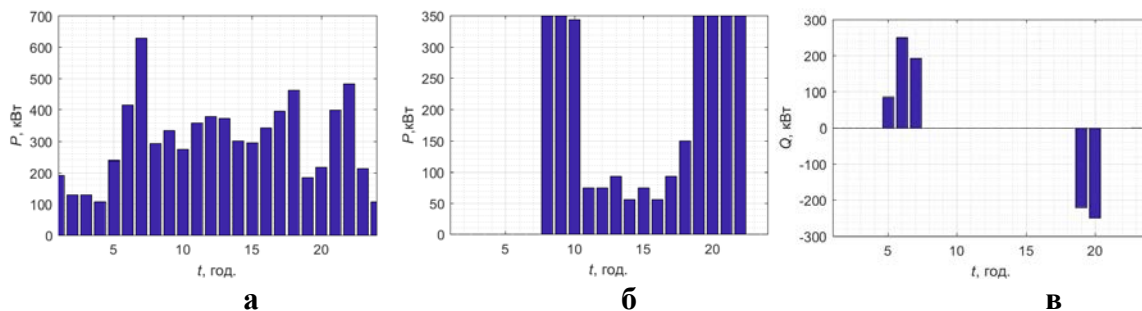


Рисунок 1 – Використання мультикритеріального підходу для оптимізації

Видно, що для варіанту застосування мультикритеріальної оптимізації відбувається активне накопичення електроенергії в години доби із низьким тарифом і споживання в години максимальних навантажень.

Висновки. Запропоновано мультикритеріальний підхід до планування та оптимізації режимів роботи систем комплексного енергозабезпечення споживачів із джерелами розосередженої генерації та накопичувачами енергії, який дає змогу підвищити ефективність функціонування таких систем. За результатами моделювання на прикладі енергетичного хабу із трьома видами енергоносіїв показано, що даний метод підходить для планування погодинного споживання електричної енергії, природного газу та гарячої води, при компромісі з точки зору мінімальних витратах на дані енергоресурси та викиди CO₂.

Список використаних літератури

1. Geidl, M., G. Koepfel, P. Favre-Perrod, B. Klockl, G. Andersson, and K. Frohlich, "Energy hubs for the future," IEEE Power and Energy Magazine, vol. 5, no. 1, pp. 24-30, 2007.
2. Y. Veremiichuk, I. Prytyskach, O. Yarmoliuk, V. Opryshko, "Energy hub function optimization models during ukrainian energy resources market liberalization", Scientific Journal of Riga Technical University, Power and Electrical Engineering, vol. 34, 2017, pp. 14 - 17, Riga, RTU Press, ISSN 2256 - 0238 print, ISSN 2256 - 0246 online.
3. Parisio, A. , C. Del Vecchio, and A. Vaccaro, "A robust optimization approach to energy hub management," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 42, no. 1, pp. 98-104, 2012.