

ЛОКАЛЬНІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ ЯК БАЛАНСУЮЧІ ГРУПИ

Гулько І. О., докторант, e-mail: irynd_hunko@ukr.netЛежнюк П. Д., д.т.н., проф., e-mail: lezhpд@gmail.comКозачук О. І., аспірант, e-mail: olegxname@gmail.comІнститут відновлюваної енергії НАН України
Вінницький національний технічний університет

Актуальність дослідження. В роботі показана можливість формування локальних електроенергетичних систем (ЛЕС) на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) як балансуєчих груп в електроенергетичній системі (ЕЕС), які можуть зберігати працездатність і забезпечити електропостачання споживачів в автономному режимі. Розглянуто проблему балансування потужності та електроенергії в ЛЕС, в яких споживання електроенергії та її генерування відновлюваними джерелами енергії співрозмірні між собою. В ЛЕС реалізується принцип – те, що генерується, споживається власними споживачами. Разом з тим ЛЕС є частиною електроенергетичної системи (ЕЕС) з тепловими і атомними електростанціями та розглядається як окрема балансуєча група. ЛЕС формуються таким чином, що вони можуть працювати в автономному режимі як в нормальному, так і воєнному станах країни. Джерелами електроенергії в ЛЕС є малі гідроелектростанції (МГЕС), фотоелектричні та вітрові електростанції (ФЕС, ВЕС), вироблення якими електроенергії є нестабільним через залежність від природних умов. Тому в структурі ЛЕС з ВДЕ передбачена система накопичення енергії, запаси якої достатні для компенсації нестабільності генерування та балансування режиму. В ЛЕС задіяні, як резерв, існуючі в ЕЕС маневрені потужності, електрохімічні накопичувачі, водневі технології та біогазові установки. Використовується також спосіб узгодження в ЛЕС графіків генерування і споживання електроенергії за рахунок активних споживачів.

Основні матеріали досліджень. На рисунку наведено склад ЛЕС, яка може бути окремою балансуєчою групою в складі електроенергетичної системи (ЕЕС).

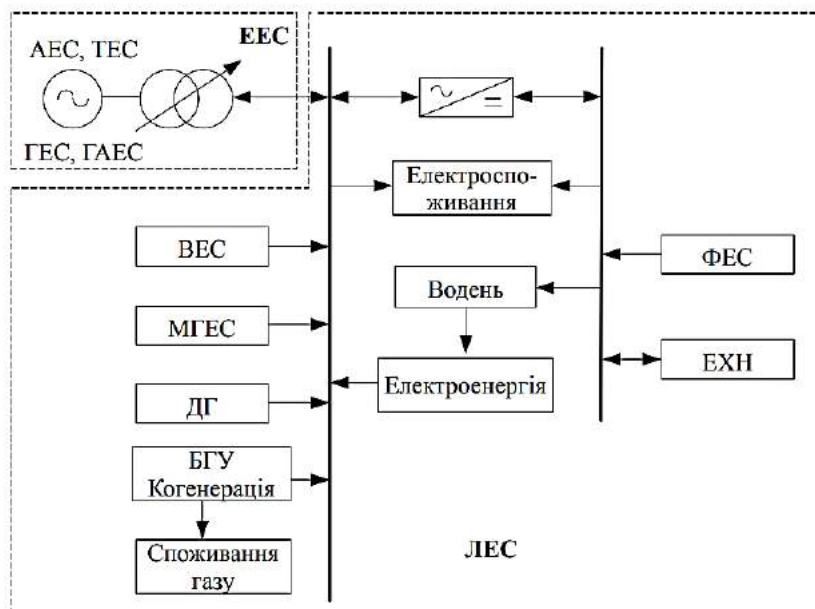


Рисунок 1 – Структура локальної електроенергетичної системи

Залежно від технічних і фінансово-економічних можливостей ЛЕС можуть формуватися по-різному. Основними є два варіанти: існує інфраструктура з розвиненим електроспоживанням і навколо розбудовується система розосередженого генерування, ЛЕС

проектується і будується практично з «нуля» зі споживачем електроенергії і його енергозабезпеченням. Існують реальні приклади. Наприклад, діюча птахофабрика як комплекс з відгодівлею і переробленням сировини, комбикормовий завод, елеватори та ін. загальною потужністю в середньому 30 МВА з живленням від ЕЕС на 110 кВ. Інший варіант – проектується база відпочинку з окремими повністю електрифікованими будинками, ФЕС і лінією електропередачі від ЕЕС. Як для першого, так і другого варіантів характерною є поетапна розбудова в ЛЕС відновлюваних джерел енергії і засобів резервування їх нестабільного генерування. Виникає питання щодо обґрунтування їх складу, потужності і ємності, черговості впровадження. За певних умов, під час втрати зв'язків з ЕЕС, ЛЕС може функціонувати в автономному режимі. В неї входять джерела електроенергії, накопичувачі електроенергії та споживачі електроенергії. Джерелами електроенергії є ФЕС, ВЕС, малі гідроелектростанції (МГЕС), дизель генератори (ДГ), біогазові установки (БГУ) з когенераційними установками. ЛЕС під'єднана до ЕЕС, в склад якої входять атомні електричні станції (АЕС), теплові електростанції (ТЕС), гідроелектростанції (ГЕС) та гідроакумуючі електростанції (ГАЕС). В залежності від стану і можливостей власних джерел живлення ЛЕС може брати або передавати електроенергію в ЕЕС.

Як накопичувачі і перетворювачі електроенергії в інші види енергії і навпаки використовуються електрохімічні накопичувачі (ЕХН), водневі і біогазові установки. Водневі технології призначені шляхом електролізу виробляти водень, який може для підтримання балансу електроенергії в ЛЕС використовуватися для вироблення електроенергії. Споживачами електроенергії в ЛЕС є промислове і комунально-побутове навантаження, а також водневі технології та ЕХН в режимі заряду.

Баланс електроенергії в ЛЕС, як в балансуєчій групі, записується:

$$\pm P_{EEC}(t) + P_{ФЕС}(t) + P_{ВЕС}(t) + P_{МГЕС}(t) + P_{БГУ}(t) \pm P_g(t) \pm P_x(t) - P_{cn}(t) - \Delta P(t) = 0, \quad (1)$$

де $P_{EEC}(t)$ – потужність ЕЕС; $P_{ФЕС}(t)$ – потужність ФЕС; $P_{ВЕС}(t)$ – потужність ВЕС; $P_{МГЕС}(t)$ – потужність малих гідроелектростанцій; $P_{БГУ}(t)$ – електрична потужність когенераційних установок; $P_g(t)$ – потужність водневих установок; $P_x(t)$ – потужність електрохімічних накопичувачів; $P_{cn}(t)$ – потужність споживачів електроенергії, в тому числі «активних»; $\Delta P(t)$ – технологічні витрати в електричних мережах.

Вибір складу способів і засобів для резервування та балансування режимів ЛЕС є оптимізаційною задачею. Критерієм оптимальності є сумарні витрати на резервування потужності несталого генерування ВДЕ за умови дотримання техніко-технологічних показників. Складність оптимізації полягає в тому, що скористатися традиційними методами оптимізації, в яких складові цільової функції є розмірними величинами (в грошових одиницях), на сьогодні нереально через розбіжність, а то й відсутність відповідних цінкових показників. Тому пропонується скористатися критеріальним методом, основою якого є теорія подібності, який дозволяє оцінити складові способів і засобів резервування у відносних одиницях і порівняти їх між собою.

Висновок. Таким чином, завдяки розбудові відновлюваних джерел в електроенергетичних системах, зокрема в розподільних електричних мережах, появилася можливість створювати системи електропостачання споживачів на основі ВДЕ. Поза тим, що це забезпечує певні переваги щодо енергоефективності електропостачання, є можливість формування локальних електроенергетичних систем на основі ВДЕ як балансуєчих групи в електроенергетичній системі. Проте через те, що генерування фотоелектричних і вітрових електростанцій залежить від погодних умов, то вони не можуть бути гарантованим постачальником електроенергії без додаткових засобів. Такими можуть бути системи, які запасують (накопичують) електроенергію, коли в ЛЕС генерується надлишок електроенергії для власних споживачів, і які повертають електроенергію в ЛЕС, коли в ній спостерігається дефіцит. За таких умов ЛЕС можуть зберігати працездатність і забезпечити електропостачання споживачів в автономному режимі.