

РЕГУЛЮВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УСТАНОВКАМИ З АКУМУЛЮВАННЯМ ТЕПЛА

Кацадзе Т.Л., к.т.н., доцент, Бахмачук П.С., магістрант

КПІ імені Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж і систем

Вступ. Для забезпечення нормальної роботи і прийнятних показників якості електроенергії енергосистеми потребують ефективного і швидкодіючого регулювання. Таке регулювання може здійснюватися не тільки за допомогою генеруючих потужностей, а й на стороні споживання [1]. Споживач-регулятор – це споживач електричної енергії, режим роботи якого передбачає можливість обмеження або збільшення електроспоживання в періоди порушень балансу активних потужностей та поточних відхилень частоти в нормальному режимі роботи енергосистеми з метою відновлення вихідного значення частоти. Також актуальна їх робота в години мінімальних навантажень для вирівнювання графіка навантаження енергетичної системи.

Мета роботи. Аналіз впливу споживачів-регуляторів у вигляді установок електричного нагріву з акумулюванням тепла на функціонування енергосистеми.

Матеріали та результати роботи. Сучасна енергосистема - це сукупність електростанцій-генераторів, споживачів і мереж, з'єднаних між собою і пов'язаних єдиним режимом роботи. Сьогодні, якраз дотримання режиму в об'єднаній енергосистемі є однією з найбільших проблем енергетики України, у зв'язку з дисбалансом споживання і генерації електричної енергії протягом однієї доби. Добовий графік споживання і генерації електроенергії є дуже нерівномірним (рис 1). На це є декілька причин:

1. Спад обсягів промислового виробництва.
2. Збільшення споживання електроенергії побутовими споживачами.
3. Активне впровадження генеруючих потужностей на відновлювальних джерелах електроенергії зі стохастичним виробітком.

Наслідком цих процесів є дефіцит маневрених генеруючих потужностей, що дозволяють швидко компенсувати перепади покриття. Таких маневрених потужностей необхідно, як мінімум, 15% від загальної встановленої потужності енергосистеми, оптимальний же показник досягає 20%, при цьому наша країна зараз має в своєму розпорядженні всього лише 9% маневрених потужностей генерації. Але навіть ці 9% маневреної генерації не є ефективними як з економічної, так і з технологічної точки зору. Так, в режимі підтримки змінних навантажень використовується робота потужних енергоблоків теплових електростанцій (ТЕС) [2]. Такий метод використання теоретично базових блоків ТЕС для добового регулювання вимагає частих зупинок агрегатів, які супроводжуються пусковими витратами, втратою ефективності, зниженням економічності і, що не менш важливо, скороченням робочого ресурсу. З іншого боку також слід відзначити, що відсутність достатньої маневреної потужності генерації не дозволяє в повну міру навантажити дешеві з точки зору собівартості електроенергії блоки АЕС.

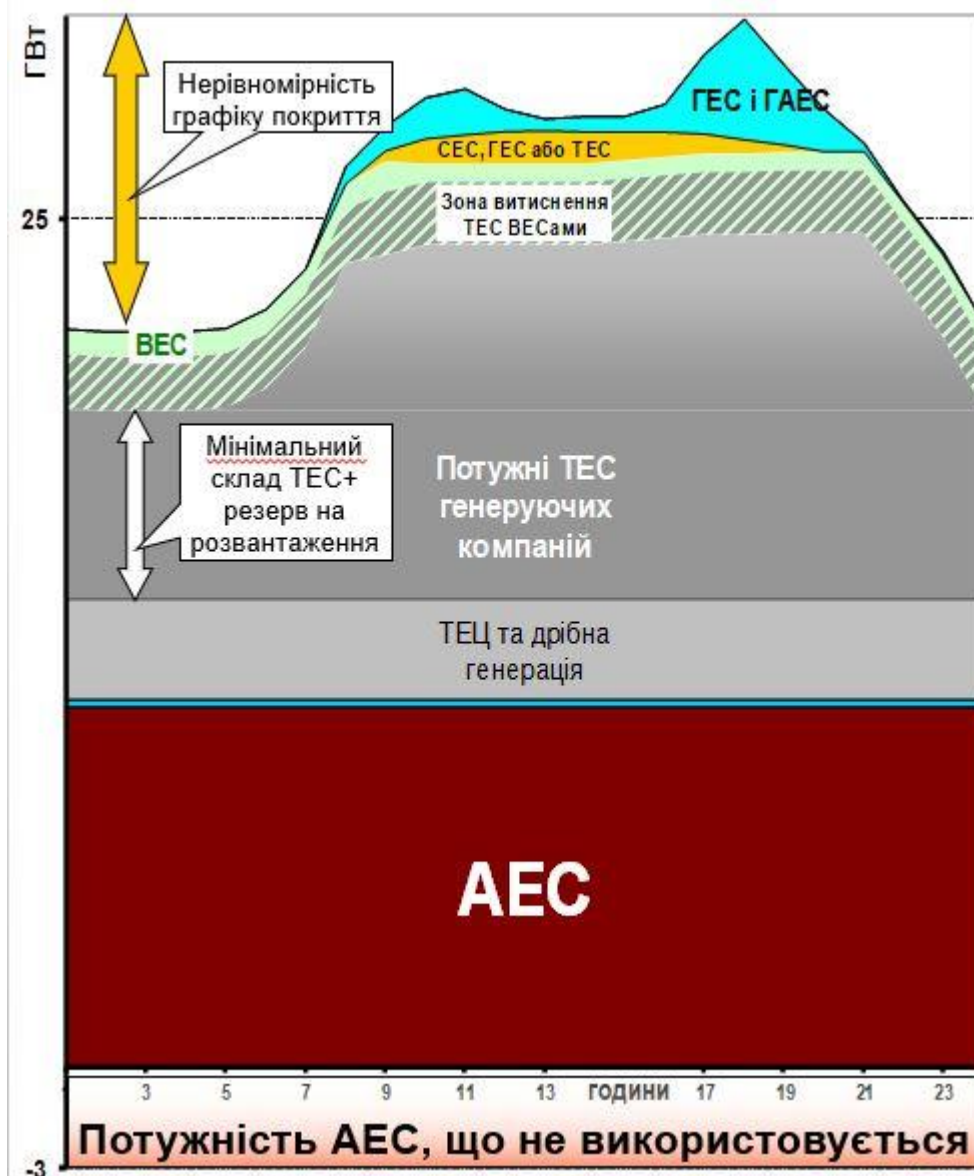


Рисунок 1 – Добовий графік покриття в ОЕС України

ОЕС України нагально потребує ущільнення (вирівнювання) добового графіку електричних навантажень та джерел резервування і регулювання, в першу чергу – первинного [3].

Одним з перспективних напрямків вирішення даних проблем може виявитися масштабне впровадження на системному рівні комплексу спеціалізованих споживачів - регуляторів, в завдання яких входило б вирівнювання графіка навантаження енергетичної системи, компенсація раптових небалансів генерації та споживання під оперативним керівництвом з боку електроенергетичної системи чи учасників ринку електроенергії, що надаватимуть їй послуги з регулювання.

Зазначеним вимогам може відповідати навантаження, яке здатне акумулювати електроенергію чи перетворювати її в інші види енергії, які можна зберігати (наприклад теплову) під час провалу навантажень чи неочікуваного збільшення частоти, а потім в потрібний момент "роздавати" її споживачам. Такими споживачами можуть бути потужні акумулятори нового

покоління, електронагрівачі, системи охолодження, навантаження промислових підприємств, де технологічні особливості виробництва дозволяють знижувати чи збільшувати навантаження на деякий час або переносити навантаження з одного часу на інший (печі опору, опріснювачі морської води, цементне виробництво та ін.).

Ефективність заходів з вирівнювання навантажень залежить від правильного вибору споживачів-регуляторів і організації їх режиму роботи, тому завдання пошуку споживачів-регуляторів є актуальною. Звичайний споживач може стати споживачем-регулятором тільки при наявності певних технологічних умов:

1. Мати значний вплив на сумарне добове навантаження ТП або бути об'єднаним з іншими аналогічними споживачами в "балансуючі групи" зі спільною автодиспетчеризацією.

2. Зміна режиму роботи споживача-регулятора не вносить негативного впливу в загальний процес виробництва і споживання електроенергії.

3. Споживачі-регулятори повинні вільно змінювати режим роботи відповідно до графіка навантаження або команд, що надходять від диспетчера: знижувати або зовсім відключати навантаження в періоди виникнення дефіциту і зменшення частоти, переносити його у позапікові зони навантаження енергосистеми та збільшувати в періоди виникнення надлишку генерації.

Особливої уваги, як споживачам-регуляторам, слід надати електроустановкам для опалення, охолодження, нагріву води в системах гарячого водопостачання з баками - акумуляторами, де енергоносій нагрівається переважно в години дешевої електроенергії, а потім відпускається споживачам. Слід зазначити, що є позитивний досвід оптимізації графіку навантажень, впроваджений в таких країнах як: США, Великобританія, Італія, Іспанія, Австралія та інших (Рис 2). В Німеччині потужність споживачів-регуляторів у вигляді електронагрівальних установок з акумуляцією тепла – більше 250 МВт. В Європі на 1 МВт встановленої потужності СЕС і ВЕС припадає 0,1 МВт регульованої потужності навантаження.

Питома вартість 1 кВт встановленої регульованої потужності при цьому біля 2000 \$ США.

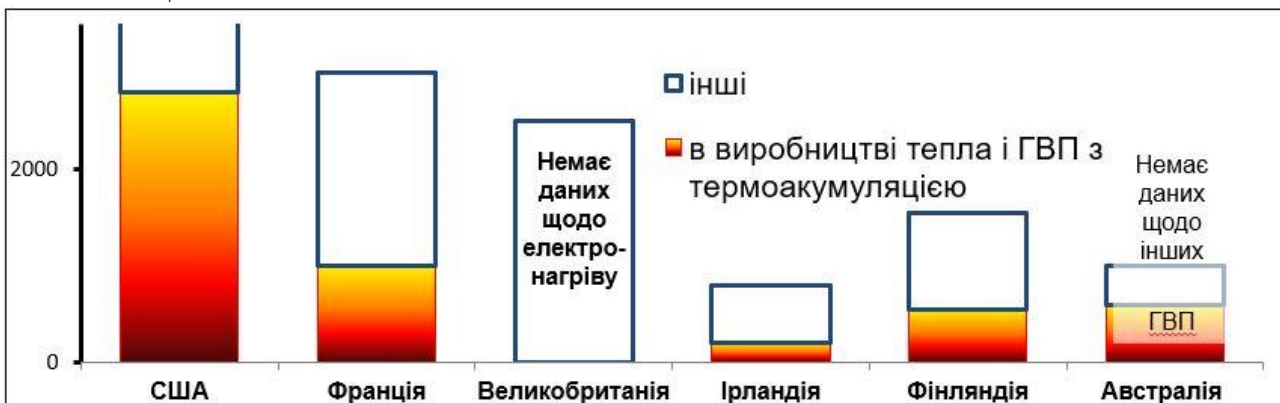


Рисунок 2 – Електрична потужність споживачів-регуляторів в деяких країнах світу, МВт

Вагомими факторами при визначенні електроустановок в системах теплопостачання, як споживачів- регуляторів є:

1. Необхідність забезпечення населення і промисловості дешевою тепловою енергією.

2. Система централізованого теплопостачання, що розвивалась в часи ССРСР і залишилась у спадок Україні.

3. Аварійний стан централізованих тепломереж України.

4. Керованість, безпека електронагріву, простота обслуговування, тому для цієї цілі краще використовувати індукційні нагрівачі, а не поширені зараз ТЕНові та електродні.

Починаючи з 2016 року в Україні почався перехід до нової моделі енергетичного ринку [4]. Цей перехід необхідний для адаптації української енергетики до вимог ЄС і уніфікації особливостей роботи на українському і європейському енергоринках. Новий Закон України «Про ринок електричної енергії» №2019-19 від 13.04.2017 повністю змінює принцип роботи виробників, споживачів і постачальників електричної енергії. Нова модель енергоринку дозволить споживачам (у тому числі споживачам-регуляторам) вибрати електропостачальника, що запропонує найбільш цікаві та вигідні тарифи, створювати "балансуючі групи" з іншими споживачами і виробниками. Для споживачів-регуляторів відкриваються нові можливості: приймати участь у ринках "на добу наперед", внутрішньодобовому, балансуєчому, допоміжних послуг (первинне і вторинне регулювання, резервування), отримуючи за це додатковий прибуток.

Висновки. Споживачі-регулятори є ефективними інструментами балансування і регулювання режимів енергосистем, що можна побачити на прикладі їх роботи у найбільших енергосистемах країн Європи (Німеччина, Франція), США, Канади. Впровадження споживачів-регуляторів на системному рівні у ОЕС України сприятиме вирівнюванню добового графіку споживання, дозволить збільшити завантаження базових ТЕС і АЕС, дозволить отримати в диспетчерське управління регульоване навантаження з малим ступенем дискретизації, а також посприє вирішенню соціально-економічних завдань зниження витрат на забезпечення населення і промисловості теплом і гарячою водою.

Перелік посилань

1. Керування графіком навантаження в електричних мережах споживачами-регуляторами [Електронний ресурс] // ScienceRise. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/text_2016_2%282%29__11 (дата звернення 14.11.17).

2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» / Кабінет Міністрів України. – розпорядження № 605-р - 2017. – 48с.

3. Пелисьє Рене. Энергетические системы / Рене Пелисьє. Пер. с франц. – Москва: Высш. Школа, 1982. – 568 с

4. Про ринок електричної енергії : Закон України від 13 квітня 2017р. № 2019-19 // Відомості Верховної Ради (ВВР) – 2017. – № 27-28 – ст.312.