

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПНЕВМОАКУМУЛЮЮЧОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Ігнатов Л.І., магістрант, Денисюк П.Л., к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних станцій

Вступ. Для вирівнювання коливань добових графіків навантаження електроенергетичної системи (ЕЕС) в основному використовуються гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС). Вночі вони споживають дешеву електроенергію на закачку води у свій резервуар, а для покриття піків енергоспоживання працюють в режимі звичайної гідроелектростанції, використовуючи накопичену воду та виробляючи при цьому електроенергію. Коефіцієнт корисної дії такого процесу становить $\eta = 70-75\%$.

На сьогоднішній день сукупна потужність ГАЕС по всьому світу складає 127 ГВт, що становить близько 2-2.5% від глобальних генеруючих потужностей [1].

На Україні в даний час працюють дві ГАЕС – Ташликська і Київська сумарною потужністю (у генераторному режимі) більше 2.1 ГВт і ще дві – Дністровська і Канівська сумарною потужністю 3.3 ГВт – будуються.

Альтернативою накопичення енергії води на ГАЕС [1] являються пневмоакумулюючі енергетичні станції (ПАЕС).

На даний час близько 99% світової потужності акумулюючих станцій приходить на ГАЕС і 1% – на ПАЕС (по-англійськи – CAES).

Мета роботи. Побудувати і обґрунтувати математичну модель пневмоакумулюючої станції.

Суть технології ПАЕС [1, 2] полягає в тому, що надлишок електроенергії ЕЕС приводить в дію компресори, що закачують повітря в підземні резервуари, наприклад, вироблені соляні пласти. В пік навантаження накопичене повітря під тиском подається на турбіну, яка обертає електричний генератор і повертає в ЕЕС затрачену на накопичення повітря електроенергію..

Джерелом електроенергії, що приводить в дію компресори ПАЕС, може служити вітрова електрична станції (ВЕС), яка працює в режимі, що визначається наявністю вітрового потоку.

Сьогодні в світі діють дві ПАЕС [1, 2]. Перша, потужністю 290 МВт, введена в експлуатацію в Германії в 1978 р., друга (110 МВт) побудована в США в 1991 р. К.к.д. цих установок складає близько 42%.

При моделюванні таких акумулюючих станцій необхідно враховувати ті обставини, що стискання повітря викликає його нагрів (до 600 градусів) і, тим самим, втрату енергії на його накопичення. Для підвищення енергетичної ефективності накопичення стиснутого повітря його прокачують в резервуар

через теплообмінник, де тепло може накопичуватися як в керамічних елементах, так і масляних радіаторах або сольових розплавах.

Технологічна схема накопичення енергії стиснутого повітря та перетворення її в електричну показана на рис. 1.

Таким чином математична модель ПАЕС повинна включати в себе моделі: ВЕС (з відповідним типом електричного генератора [4]), компресора (відцентрова машина з тиском до 70 атм.), теплообмінника-накопичувача теплової енергії, електричного двигуна-генератора [4], газової турбіни та підігрівача повітря, який використовує накопичену теплообмінником-накопичувачем теплову енергію, що дозволяє значно підвищити К.к.д. ПАЕС.

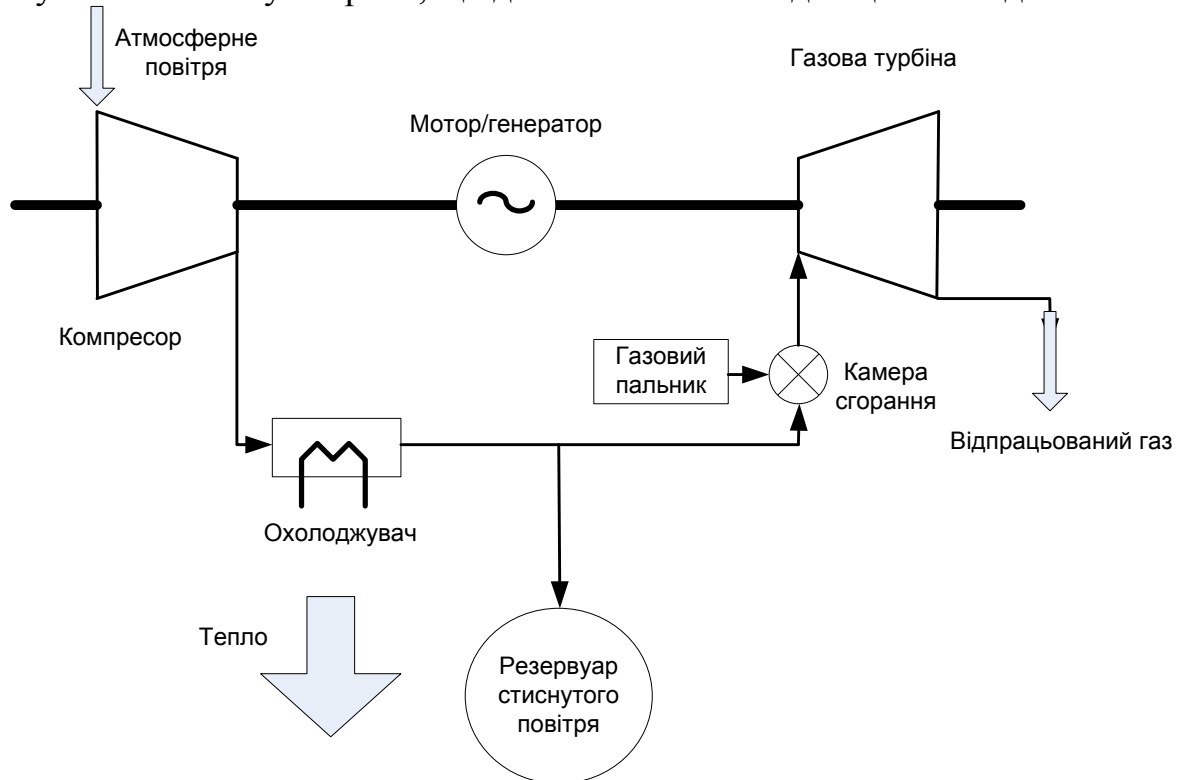


Рисунок 1 – Технологічна схема накопичення електричної енергії з допомогою стиснутого повітря

В існуючих проектах пневмоакумулюючих енергетичних установок, без використання в газових турбінах природного газу, ефективність такого накопичення енергії повинна скласти близько 70%.

Враховуючи високу маневреність ПАЕУ, їх використання являється більш перспективним ніж ГАЕС

У проекті американської компанії **Iberdrola** в штаті Нью-Йорк [3] передбачається підключення ПАЕУ потужністю 150 МВт, де в якості резервуара використовується соляна каверна. Передбачається, що установка використовуватиме електроенергію вітрових електричних станцій (ВЕС) в нічний час.

У проекті другої американської фірми [3] **SUSTAINX**, в якості теплоносія використовується водяна пара, а замість підземного резервуару - стандартні сталеві труби. Пілотна установка створена компанією General Electric має

потужність всього в 40 кВт, але надалі планує створити комерційні системи на 1-2 МВт. Перевагою таких установок є їх компактність, а мала потужність дає можливість використовувати резервні джерела енергії безпосередньо у споживачів.

Висновки. Враховуючи високу маневреність, можливість використання в якості джерела електроенергії для накопичення стиснутого повітря енергії вітрової електричної станції, ПАЕС являється більш перспективною ніж ГАЕС.

Перелік посилань

1. Тарнавский В. Консервированная электроэнергия. uaenergy.com.ua/post/11810/
2. Електронний ресурс: alobuild.ru/ispolzovaniye-vozobnovlyayemoy-energii/pva.php
3. Энергобизнес, журнал. Електронний ресурс: e-b.com.ua.
4. Денисюк П.Л., Яндульський С.О. Порівняльний аналіз моделей асинхронного генератора вітрової електричної станції. Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики. Київ, 2012 р. с.с. 219-220.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ З ВІТРОВИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ НА ОСНОВІ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Корнага Н.П., аспірант, Денисюк П.Л., к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних станцій

Вступ. Практика використання вітрогенераторів довела ефективність заміни традиційних енергоносіїв відновлюваною енергією вітру. Енергосистема України є територіально розподіленою. Зручність використання локально розміщених вітроелектростанцій (ВЕС) у місцях наближених до споживачів електроенергії, якими являються розподільні мережі, на противагу передачі її з електроенергетичної системи (ЕЕС), очевидна.

Мета роботи. Аналіз режимів роботи споживачів розподільної мережі [1], з одиночними ВЕС на основі асинхронних генераторів.

Матеріали і результати досліджень. В роботі представлені результати аналізу режимів роботи розподільної мережі з реально існуючими параметрами напругою 10 кВ з ВЕС на основі асинхронних генераторів (АГ) потужністю 2.0МВт. Загальне активне навантаження досліджуваної ділянки розподільної мережі становить 2,67МВт, характерними електроприймачами якої є асинхронні двигуни (у складі промислового та комунально-побутового навантаження) потужністю $P_H=(15,45,100)$ кВт.

Зв'язок розподільної мережі з ЕЕС здійснюється від підстанції 110/35/10кВ. Загальна сумарна довжина ліній ділянки району електричних мереж 10 кВ становить 47,46 км.

Для розрахунку режимів розподільної мережі ЕЕС використовувалась програма моделювання режимів роботи електричних мереж PowerFactory [2].