

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА РЕЖИМИ РОБОТИ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

^{1,2} Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив вітрових електричних станцій на режим роботи локальної електроенергетичної системи, окремі питання стосовно стабільної роботи таких станцій у складі енергосистеми та проблеми керування локальною електричною системою з вітроустановками.

Ключові слова: вітроустановка, вітрова електрична станція, локальна електроенергетична система, системи керування.

Abstract

The influence of wind power stations on the operation of the local power system, some questions about the stable operation of those power stations and the problem of control the local electrical system with the wind turbines have been investigated.

Keywords: wind turbine, wind power station, the local electric power system, control system.

Вступ

Розвиток вітрової енергетики, що спостерігається за останні час, обумовлений державною політикою сприяння розвитку альтернативних джерел енергії (зміни до Закону України «Про електроенергетику» від 01.04.2009, Розпорядження КМУ від 19.02.2009 «Про реалізацію інвестиційних проектів з будівництва вітроелектростанцій в Автономній Республіці Крим та Миколаївській області» тощо). Проте наразі відсутні науково обґрунтовані обсяги вітроенергетичних потужностей, які можливо розмістити в окремих регіонах України, виходячи з наявності вітру, економічної доцільності, екологічної безпеки, збереження стійкої роботи об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України, потреби в електроенергії в районах розміщення вітроелектростанцій (ВЕС) тощо. Інститутом відновлюваної енергетики НАН України та ДНПП «Укренергомаш» НКА України були розроблені Обґрунтування доповнення до «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» в частині розвитку вітроенергетики». НЕК «Укренерго» було розглянуте зазначене Обґрунтування доповнення до «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» і наданні пропозиції та зауваження листом від 31.12.2008 № 02/02-1-3/7867, які зводяться до того, що обсяги запланованих до введення вітроенергетичних потужностей мають узгоджуватись з існуючим станом та перспективним розвитком електроенергетичної галузі України [1].

НЕК «Укренерго» в межах своїх повноважень підтримує розвиток вітроенергетики, проте наполягає на тому, що забезпечення розвитку вітроенергетичної галузі та її роботи з максимальною ефективністю необхідне завершення розробки Енергетичної стратегії України в частині розвитку вітроенергетики з розробкою схеми розподілу вітрових потужностей по території країни та нормативних документів, що визначатимуть умови паралельної роботи вітрових електростанцій з ОЕС України [2].

Результати дослідження

Серед основних проблем, які мають вирішуватись при прийнятті рішень про будівництво ВЕС і які потребують окремих досліджень в кожному конкретному випадку, є коло питань, пов'язаних з випадковою природою вітру. Так, характеристики вітру змінюються при переході до іншої місцевості, іншого сезону, а у різні роки різняться навіть в тій же точці та в тому ж сезоні; ці зміни носять випадковий характер, проте мають певні закономірності, які потребують вивчення стосовно конкретних умов. Швидкість вітру має змінний по висоті профіль, що залежить від характеру місцевості, підстилаючої поверхні, погоди та інших факторів.

Окрім того, вітровий потік має пульсуючу природу, спричинену турбулентністю, що впливає на режим роботи вітроустановок (ВБУ). Вітроустановки мають енергетичну характеристику (здатність перетворювати кінетичну енергію вітру в електричну), яка на практиці може бути

визначена лише наближено, в залежності від стабільності вітрового потоку. ВЕУ і самі здатні впливати на вітровий потік, спотворюючи його та змінюючи цим характер роботи сусідніх ВЕУ.

Стабільна робота ВЕС у складі локальної енергосистеми (ЛЕС) потребує знання не лише довготривалих перспектив генерування електроенергії, а й короткотермінових змін, тобто прогнозування на найближчі години та дні. Так, при великих обсягах впровадження ВЕС до ЛЕС вони можуть помітно впливати як на загальну стабільність енергозабезпечення, включаючи режими проходження пікових навантажень, так і на економічну складову внаслідок зростання потреб у резервних потужностях [3-4].

Ступінь та характер цього впливу можна оцінити лише з певною імовірністю, беручи до уваги особливості конкретної ЛЕС, характерні вітрові режими територій розміщення ВЕС, доступну точність прогнозування, тощо. Традиційні принципи та правила управління ЛЕС розроблялися з розрахунку на детерміновану природу генеруючих об'єктів, звісно з поправкою на технічну надійність обладнання та наявність випадкової складової в режимі споживання електроенергії. Однак наявність ВЕС вносить додаткову невизначеність, що може вимагати розробки спеціальних алгоритмів керування ЛЕС [5-6].

Зростання частки вітрових електростанцій у складі ЕЕС ускладнює можливості регулювання енергобалансу в силу випадкового характеру вітрової енергії. Одним з проблемних питань є зростання потреби у регулюючих потужностях, здатних компенсувати неочікувану зміну виробітку електроенергії на ВЕС. Важливими факторами при цьому є швидкість та амплітуда змін, їх узгодженість з добовими графіками споживання електроенергії та її виробництва іншими електростанціями.

Вплив вітрових електростанцій на роботу ЛЕС аналізується переважно шляхом математичного моделювання [7]. Разом з тим, існує значний досвід практичного використання ВЕС, зокрема щодо зміни їх потужності при різких перепадах швидкості вітру. Так, за даними Міжнародної енергетичної агенції ІЕА, для ВЕС в екстремальних погодних умовах зафіксовано стрибки потужності зі швидкістю 10-35% номінальної потужності за годину (окремі значення – майже до 40%) [8]. Проте середній темп змін – 5% на 180 годину. Щодо змін за одну хвилину – зафіксовано максимальні значення 0,5-0,8% номінальної потужності. Розмах коливань потужності для одиничних агрегатів в цілому більший, ніж для ВЕС, що займають значну територію. Так, для 1-годинного осереднення стандартне відхилення зростає десь на третину при переході від великої кількості ВЕУ (понад 250) до малої (до 14 одиниць). На більш тривалих інтервалах часу можливі суттєвіші коливання потужності; в екстремальних ситуаціях вітроустановки зупиняють повністю. Враховуючи, що грозовий фронт звичайно потребує 4-6 годин, щоб перетнути територію в сотні кілометрів, для такого часового масштабу актуальним є застосування різних методів прогнозування роботи ВЕС.

Згідно звіту Світової вітроенергетичної асоціації потужність енергії вітру у світі сягнула 336 327 МВт на кінець червня 2014 р., з них 17 613 МВт були додані у першій половині 2014 р. Таке зростання було суттєвим у першій половині 2013 р. та у 2012 р., коли були додані відповідно 13,9 ГВт та 16,4 ГВт. Загальна встановлена потужність енергії вітру на середину 2014 р. складає близько 4% світової потреби в електроенергії. Світова потужність енергії вітру зросла на 5,5% протягом шести місяців (після 5% у такий же період 2013 р. та 7,3 % у 2012 р.) та на 13,5 % в розрахунку на рік (середина 2014 р. у порівнянні з серединою 2013 р.). Для порівняння варто відзначити, що річні темпи зростання у 2013 р. були нижчими на 12,8 % [1]. Згідно з досвідом країн світу, певну частку виробленої ВЕС електроенергії енергосистема може поглинати практично без будь-яких складнощів, але при перевищенні цієї величини виникають труднощі як мережевого, так і режимного характеру. Здебільшого порогова величина оцінюється як 10% від загального споживання електроенергії в країні.

Інтегрування значних потужностей вітроустановок може серйозно впливати на роботу ЛЕС – її стабільність, надійність та економічність, а також істотно ускладнювати роботу диспетчерських служб. Це обумовлює ряд вимог до вітроустановок, виконання яких має передувати підключенню ВЕС до мережі. Зокрема, необхідні механізми компенсації змін потужності від номінальної до нульової протягом короткого часу. Виникають відповідні технічні вимоги до системи керування ВЕС [6]. Гострота вимог залежить від точності передбачення поточної потужності. Важливо прогнозувати швидкість вітру та відповідну потужність ВЕС, щоб планувати роботу енергосистеми відповідно до робочих графіків та договірних зобов'язань. Якщо частка вітрової енергетики значна, то навіть малі похибки у прогнозі поведінки вітру спричинять значну

погрішність у визначенні активної потужності, натомість точний прогноз здатен максимізувати прибутковість та мінімізувати ризики.

Висновки

Продуктивність вітрових станцій змінюється відповідно до швидкості вітру, тоді як енергосистема має утримувати баланс між генеруванням та споживанням енергії. Вплив змін потужності ВЕС на керуваність та стійкість ЛЕС є важливим чинником.

Таким чином, крупна ВЕС може стати вагомим дестабілізуючим фактором, що впливатиме навіть на сусідні енергосистеми за відсутності відповідного регулювання.

Для утримання ЛЕС в стабільному стані виробники енергії повинні постійно пристосовуватися до змінного навантаження з боку споживачів, використовуючи також системи акумуляції. Однак для ВЕС характерними є додаткові коливання потужності внаслідок непостійності вітру. Якщо активна потужність ВЕС може іноді бути знижена при зменшенні потреб у енергії, то збільшитись при зростанні потреб вона не може внаслідок обмеженої швидкості вітру. Тому чим більша частка вітрової енергії, тим важче утримувати баланс енергосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Режим доступу: <http://sae.gov.ua/uk/ae/windenergy>.
2. Кудря С.О. Структурні тенденції в енергетиці Європи і розвиток відновлюваної енергетики / С.О. Кудря, Б.Г. Тучинський, В.Г. Дресвянніков, З.У. Рамазанова // Відновлюв. енергетика. – 2005. – № 1. – С. 36-40.
3. Кузнєцов М.П. Забезпечення електроенергетичного балансу при наявності вітрових електростанцій / М.П.Кузнєцов // Відновлювана енергетика. – 2014. – № 2. – С. 60–64.
4. Кузнєцов М.П. Проблеми забезпечення електроенергетичного балансу в енергосистемах з інтегрованими вітровими електростанціями / М.П.Кузнєцов // Відновлювана енергетика XXI століття: XV міжнар. конф., 16 – 17 вересня 2014 р.: тези доп. – Київ, 2014. – С. 254–260.
5. Бурикін О.Б. Оптиміальне керування відновлювальними джерелами електроенергії у локальних електричних системах [Текст] / Бурикін О.Б., Томашевський Ю.В., Малогулко Ю.В., Радзівська Н.В. // Вісник ВПІ. Енергетика та електротехніка. – 2016. - №4. – С. 69-74. -ISSN: 1997-9274.
6. Малогулко Ю.В. Автоматизація оптимального керування відновлюваних джерел енергії в локальних електричних системах. / Ю.В. Малогулко, Н.В. Радзівська // XLV Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки. - Вінниця: ВНТУ, 2016.
7. Бурикін О.Б. Оптимізація режиму локальних електричних систем з відновлювальними джерелами енергії [Текст] / Бурикін О.Б., Малогулко Ю.В. // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Електротехніка та електротехнології». – 2013. – №2 - Вип. 15 (338). – С. 42-46. - ISSN 2074-2630.
8. Ditlevsen S. Inference for observation of integrated diffusion processes /S.Ditlevsen, M.Sorensen // Scandinavian Journal of Statistics. – 2004. – N. 31. – P. 417–429.

Юлія Володимирівна Малогулко — к.т.н., старший викладач кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Juliya_Malogulko@ukr.net;

Юрій Васильович Семенюк — студент гр. 1Е-14б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Semenyuk.yura@bk.ru.

Juliya V. Malogulko — Ph.D., Senior lecturer of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Juliya_Malogulko@ukr.net;

Yriy V. Semenuk —student of 1E-14 group, department of electromechanics and electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Semenyuk.yura@bk.ru.