

УДК 621.311.24:621.548

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ І ВІТРО-ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ СИСТЕМ

Л.І. Мазуренко¹, О.М. Попович², О.В. Джура³,
*Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги 56, м. Київ, 03057, Україна,
тел.: (044)366-25-72, e-mail: suoma1715@gmail.com.*

У роботі розглянуто принципи побудови і особливості функціонування гідроакумулюючих та вітро-гідроакумулюючих систем, наведено приклади таких систем і їх переваги.

Ключові слова: *гідроакумулююча електростанція, вітро-гідроакумулююча електростанція.*

CONFIGURATION AND OPERATION FEATURES OF HYDRO- AND WIND-HYDRO PUMPED-STORAGE SYSTEMS

L. Mazurenko¹, O. Popovich², O. Dzhura³,
*Institute of Electrodynamics, National Academy of Science of
Ukraine, 56 Peremohy Ave., Kyiv, Ukraine, 03057.*

In the paper base configuration and operation features of hydro- and wind-hydro pumped-storage systems are considered, examples of such systems and their advantages are pointed out.

Keywords: *hydro pumped-storage plant, wind-hydro pumped-storage plant.*

ORCID:¹0000-0002-7059-249X, ²0000-0002-9238-5782,
³0000-0002-0224-3351.

Збільшення обсягів вироблення електроенергії завдяки використанню енергії вітру обумовлює потребу збільшення акумулюючих потужностей у енергетичній системі. Вважається, що гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС) є найбільш ефективним доповненням до великих вітроелектростанцій (ВЕС) [1]. Акумулююча ємність вітрогідроакумулюючої електростанції (ВГАЕС) залежить від об'єму резервуару і гідростатичного напору. Акумулююча потужність визначається номінальною потужністю насосних і турбінних агрегатів [2]. Недоліком ГАЕС, у порівнянні зі звичайними ГЕС, є необхідність нагнітати воду до верхнього резервуару, однак це нівелюється зменшенням ціни електроенергії в непікові години [3].

Серед відомих європейських функціонуючих ГАЕС слід відмітити іспанську La Muela 2, потужність якої 1772 МВт. В цій країні сумарна потужність ВЕС на рівні близько 14 ГВт. Через стохастичну природу вітру при плануванні конфігурації функціонуючих енергоблоків тут передбачають резерв потужністю близько 3460 МВт. Однією з функцій La Muela 2 і є забезпечення частини такого регулюючого резерву [3].

В Україні найбільшою є Дністровська ГАЕС, де з семи запланованих агрегатів працюють три. Встановлені агрегати можуть працювати як генератори і як двигуни в насосному режимі. Їх сумарна потужність в насосному режимі складає 1263 МВт [4].

Автономні ГАЕС і ВГАЕС споруджують на віддалених від централізованих енергосистем та острівних територіях. Відомим прикладом автономної ВГАЕС є ВГАЕС на одному з Канарських островів Ель-Йерро. Ця ВГАЕС містить 4 гідротурбіни потужністю по 2,8 МВт кожна і ВЕС потужністю 11,5 МВт [5].

Система перетворення енергії вітру до потенційної енергії води повинна максимально повно передавати енергію з валу віротурбіни до системи гідроакумулювання. Зазвичай в існуючих системах енергія вітру перетворюється за послідовністю:

1) Кінетична енергія вітру перетворюється в механічну енергію на валу віротурбіни.

2) Енергія з валу віротурбіни перетворюється в електричну енергію електрогенератором.

3) Електрична енергія живить двигуни насосів. Величина втрат при цьому залежить від кількості етапів трансформації, величин перетину проводу, напруги мережі, коефіцієнта потужності.

Впровадження автономної системи постачання енергії вітру до системи гідроакумулювання [6] забезпечить збільшення ступеня корисного використання енергії вітру завдяки зменшенню впливу обмежень при передачі енергії існуючою електричною мережею. Зняття обмежень на зміну кутової швидкості обертання валу віротурбіни в заданому діапазоні за зміни швидкості вітру і підвищення ККД генерування та передачі електроенергії може збільшити обсяг електричної енергії у споживача на рівні 25 % [6].

Крім підвищення енергоефективності, проектування систем вітроенергетики із урахуванням можливостей гідроенергетики дозволяє суттєво зменшити капітальні вкладення при створенні нових пікових генеруючих потужностей. Спорудження додаткових ГАЕС потребує великих витрат. В той же час Україна має можливості накопичувати значні обсяги води у водосховищах ГЕС. Дана можливість у комплексі з можливостями вітроенергетики може забезпечити створення додаткових пікових генеруючих потужностей і покращити коефіцієнт використання встановленої потужності генераторів ГЕС. Крім того, подача свіжої, насиченої киснем води до водосховища покращить у ньому екологічну ситуацію.

Література:

1. Al Zohbi G., Hendrick P., Renie C., Bouillard P. *Wind-hydro pumped storage systems to meet Lebanese electricity demand. Revue Des Energies Renouvelables, Vol.18, №3(2015), pp. 375–397.*
2. Anagnostopoulos J. S. *Study of hybrid wind-hydro power plants operation and performance in the autonomous electricity system of Crete Island / J. S Anagnostopoulos, D. E. Papantonis // Recent Advances in Energy, Environment and Economic Development, 2012, pp.239-246.*
3. Montero F., Perez J. *Wind Hydro Integration: Pumped Storage to Support Wind, 2009. URL: www.hydroworld.com.*
4. Гришко В.В. *Натурные наблюдения за состоянием основных сооружений днестровской гидроаккумулирующей электростанции Комунальне господарство міст, 2014, випуск 118, с. 101-105.*
5. Sarasua, J.I., Martinez-Lucas, G.; Platero, C.A., Sanchez-Fernandez, J.A. *Dual Frequency Regulation 476 in Pumping Mode in a Wind-Hydro Isolated System. Energies 2018, 11, 1996–1073. DOI:477 10.3390/en11112865.*
6. Мазуренко Л.І. *Підвищення енергоефективності систем утилізації енергії вітру при інтеграції вітроенергетичних установок і гідроелектростанцій / Мазуренко Л.І., Попович О.М., Шевчук С.П., Поліщук В.О. // Енергетика: економіка, технології, екологія, 2014. – № 1(35). – С. 21-26.*