

УДК 621.311

**ANALYSIS OF THE USE OF SMALL HYDROELECTRIC POWER
STATION AS A BALANCE LOAD FOR A PHOTOVOLTAIC STATION
АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МАЛОЇ ГЕС, ЯК БАЛАНСОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ
ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ**

Batsala Y.V. / Бацала Я.В.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4964-407X

Mykhailiv I. M. / Михайлів І. М.

ORCID: 0000-0001-9215-8654

Shnurok I. F. / Шнурок І. Ф.

ORCID: 0009-0008-1030-3589

Fedenko V. Y. / Феденько В.Я.*assistant/ асистент*

ORCID: 0009-0009-8907-683X

*Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,
Карпатська, 15, 76019*

Анотація. В роботі проаналізовано можливість вирівнювання графіків навантаження локальних фотоелектричних станцій шляхом застосування гідроелектричної системи накопичення, а також розраховано параметри вибраної системи накопичення.

Ключові слова: фотоелектрична станція, мала-ГЕС, накопичувач, вирівнювання.

Abstract. The paper analyzes the possibility of leveling the load schedules of local photovoltaic stations by using a hydroelectric accumulation system, and also calculates the parameters of the selected accumulation system.

Key words: photovoltaic station, small hydroelectric power station, storage, leveling.

Вступ.

Використання гідроелектричних накопичувачів для вирівнювання навантаження (ГАЕС) використовують в енергосистемах вже багато років, але з появою локальних фотоелектричних станцій (ФЕС) виникає необхідність використання локальних накопичувачів [1]. Ідея поєднання ФЕС та міні ГАЕС в Smart-grid допоможе знизити дисбаланси активних та реактивних потужностей. Також це забезпечить стабілізацію напруг для локальних споживачів. З метою ефективної експлуатації фотоелектричних станцій та їх використання в електричних мережах потрібно розробити систему відновлення електропостачання споживачів під час втрати централізованого живлення, а також використати електроенергію, яку виробляють сонячні електростанції в період надлишку за допомогою накопичувачів.

З диспетчерської інформації Укренерго проаналізуємо, як змінюється споживання та генерування різними типами електростанцій протягом року. Для вибірки візьмемо 7 число місяця 2019 року, графіки виробництва/споживання кожного другого місяця наведемо, дані зведемо в таблиці 1.

Таблиця 1 - Дані максимального споживання та генерування в енергосистемі України

місяць	Мін. споживання, МВт	Макс. споживання, МВт	ВДЕ 12.00, МВт	ВДЕ Мін, МВт	ГАЕС вночі, МВт	ГАЕС день максимум, МВт
січень	14735	18211	1795	561	-1152	0
лютий	16029	21643	2200	411	-1156	-403
березень	14266	18624	1617	345	-1161	-528
квітень	13114	17248	3242	245	-352	-940
травень	11860	16167	2030	102	-1152	0
червень	11340	14456	2802	296	-763	-868
липень	12387	17083	3391	76	-1164	-405
серпень	11708	16743	2951	43	-616	-395
вересень	11668	16775	3379	84	-352	-930
жовтень	12012	17119	2716	508	-673	-500
листопад	14353	19369	1656	144	-1036	-492
грудень	16232	23373	1776	860	-1111	0

Авторська розробка

Як видно з статистичних даних, споживання електроенергії в Україні збільшується в зимові місяці, а от генерування електроенергії ВДЕ в зимові місяці зменшується. Також помітно, що в квітні, червні та вересні року ГАЕС змушені були споживати електроенергію, якої був надлишок через ВДЕ.

Розглянемо випадок, коли відсутність достатнього споживання при великій генерації електроенергії не дає можливості використати максимальну потужність фотоелектричної станції і зменшує її ефективність. Це зображено ілюстрацію графіків генерування та споживання в мережі (рисунок 1).

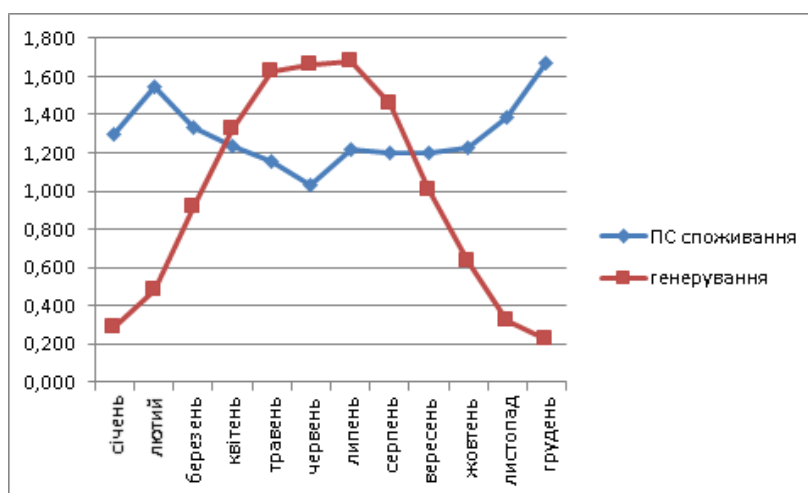


Рисунок 1 - Кількість спожитої та згенерованої електроенергії на шинах фотоелектричної станції

Джерело: Авторська розробка

Оскільки, проблема недогенерування на фотоелектричній станції спостерігається в літні місяці продемонструємо на прикладі надлишок генерування за добу в червні.

Розраховуємо втрати від недогенерування електроенергії

$$\Delta W = 15,32 - 8,93 = 6,97 \text{ МВтгод.}$$

$$\Delta W = 15,32 - 6,97 = 8,35 \text{ МВтгод.}$$

Оскільки максимум генерування ФЕС 1,31 МВт, а споживання 0,99 МВт, то розрахуємо максимальний запас між генеруванням та споживанням

$$\Delta W = 1,31 - 0,99 = 0,32 \text{ МВт.}$$

Відповідно для збільшення потужності до номінальної 1,67 необхідно використати накопичувачів на 0,32 МВт.

Кількість згенерованої електроенергії залежить від хмарності, але система моніторингу жодного дня не зафіксувала максимальної потужності 1,67 МВт (рисунок 2).

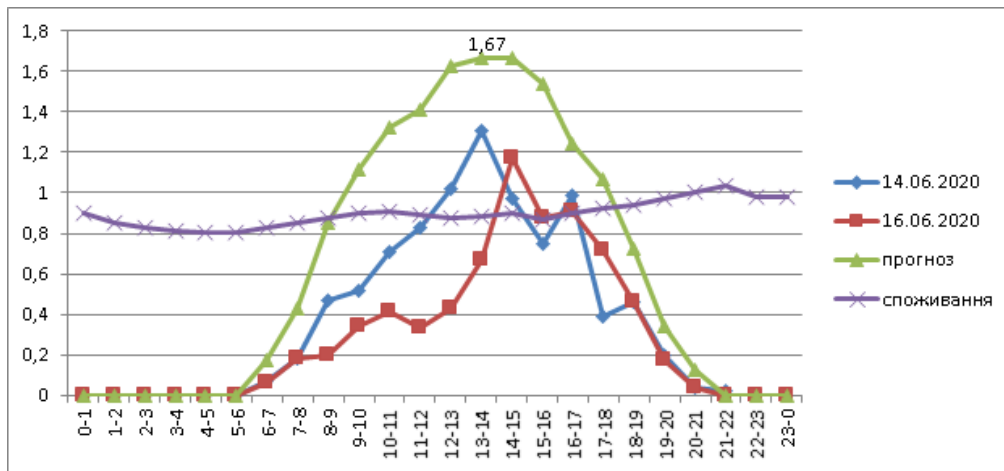


Рисунок 2 - Відповідність споживання та генерування на шинах фотоелектричної станції

Джерело: Авторська розробка

Як накопичувач для можливості використання згенерованої електроенергії в інший час використаємо проект гідроакумулюючої ГЕС (ГАЕС), яка здатна акумулювати вироблену надлишкову електроенергію в системі та генерувати її в періоди інтенсивнішого споживання.

Перепад висот між поверхнею існуючого озера і дном проектного складає 20 метрів. Побудувавши штучну водойму, трубопроводи та малу ГАЕС в обідній час ми по окремому приєднанню з ПС 35/10 кВ споживаємо енергію для перекачування води в верхній басейн, в підсумку ФЕС зможе віддати надлишок генерації в енергосистему. В час пік з верхнього басейну в нижній через гідротурбіну спускаємо воду і згенеровану енергію можна продати в мережу за «зеленим тарифом» для ГЕС. Зв'язок з енергосистемою через високу напругу - 35 кВ. Вночі за нічним тарифом закачуємо воду на верхній басейн.

Для вибору типу гідротурбіни використовуються проектні дані. Потрібні показники: $H = 10$ м – напір води, $Q = 2$ м³/с – середня багаторічна витрата води, [2]. Вибираємо гідротурбіну Каплана.

Робота, що здійснюється силою тяжіння річки

$$A = \rho \cdot g \cdot H \cdot V \cdot t = \rho \cdot g \cdot S \cdot L \sin(\alpha) \cdot v \cdot t. \quad (1)$$

де $S \cdot v = Q$ - це витрата води,

$L \sin(\alpha) = H$ - напір води.

Якщо розрахувати потужність для наших даних та сталих параметрів отримаємо потужність:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \cdot V = 1000 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 2 = 196,2 \text{ кВт.}$$

Теоретична потужність міні ГЕС повинна враховувати ККД турбіни.

$$P_{MGES} = 0,8 \cdot 196,2 = 156,96 \text{ кВт.}$$

Гідрогенератор підбирається за довідковими даними серійних типів по розрахунковим значенням його номінальної потужності і синхронної частоти обертання. За інтернет каталогами вибираємо гідротурбіни Каплана з гідрогенератором СГІ–БК 150/14 У3 та можливістю генерування 300 кВт чистої електроенергії. Капіталовкладення в проект ГАЕС – 214,5 тисяч. євро.

Висновки.

Збільшення кількості сонячних електростанцій у енергосистемі призводить до зменшення генерування через завищення напруги на шинах підстанції, відповідно застосувавши накопичувачі можна вирівняти графік навантаження.

Робимо висновок, що застосування ГАЕС на даний час перспективніше при наявності водних ресурсів, оскільки акумулятори з часом втрачають свою ємність.

Література:

1. Yaroslav Batsala, Ivan Hlad, Iryna Yaremak. Forecasting day-ahead of power generation from photovoltaic stations and use weather apps. „Journal of New Technologies in Environmental Science”. №4. 2021. Pp.143-149. Doi: 10.53412/jntes-2021-4-3

2. Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд. Том II / Інститут проблем екології та енергозбереження Київ. 2018. 181с.

Стаття відправлена 07.06.2023 р.

© Бацала Я. В., Михайлів І. М., Шнурок І. Ф., Феденько В. Я.