

## ГІДРОАКУМУЛЮЮЧІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У статті розглянуто гідроакумулюючі електростанції, як ключовий елемент ланцюга електропостачання. Необхідність зберігання енергії виникла на початку створення мереж, а при їх активному розвитку, необхідність тільки зростає.

З початком подій 2022-го року, енергосистема України переживає досить складні часи, коли в мережі не вистачає генеруючих та балансуєчих потужностей, гідроенергетика досить сильно допомогла втримувати енергосистему на «плаву».

Результати, отримані в статті, дозволять показати, що гідроенергетика, зокрема гідроакумулюючі електростанції є досить ефективним джерелом балансує потужності, яка забезпечує надійність та стабільність енергосистеми.

**Вступ.** Для стабільного та надійного постачання електроенергії споживачам, необхідно забезпечити енергосистему не тільки необхідною кількістю генеруючих потужностей, а і певним обсягом балансуєчої потужності. Адже обсяги виробництва та споживання електроенергії змінюються протягом доби і не співпадають. Також активний розвиток сонячної та вітрової енергетики збільшує ризики порушення балансової надійності енергосистеми, так як дані об'єкти мають нестабільне генерування електроенергії протягом доби, та суттєві сезонні коливання обсягів виробництва [1].

Зазвичай попит електроенергії можна передбачити, вранці відбувається зростання споживання, вдень стабілізується, під вечір знову зростає, а вночі відбувається суттєве зниження, виходячи з цього, вранці та ввечері необхідно збільшувати обсяги виробництва електроенергії, щоб уникнути періодичних відключень.

На сьогоднішній день найефективнішим та найбільш розповсюдженим регулятором енергії в енергосистемі є гідроакумулюючі електростанції [2]. Забезпечує стабільність в пікові години завдяки миттєвому реагуванню на дефіцит потужності.

**Мета та завдання.** Метою роботи є аналіз переваг та перспектив розвитку гідроакумулюючих електростанцій та їх роль в енергосистемі.

Відповідно до поставленої мети, повинні бути вирішені наступні задачі:

1. Типізувати інформацію про гідроакумулюючі електростанції;
2. Визначення переваг та перспектив розвитку гідроакумулюючих електростанцій.

**Матеріал і результати досліджень.** Гідроакумулююча електростанція (ГАЕС) – це гідроелектрична станція, яка використовується для вирівнювання добового графіка навантаження енергосистеми. В залежності від поточної ситуації в енергосистемі, може бути як споживачем (накопичення) так і виробником (генератор) електроенергії. Наявність декількох таких станцій в країні робить енергосистему стабільною та стійкою до різного роду аварій та пікових навантажень [3]. Схему гідроакумулюючої електростанції вказано на рис.1.



Рисунок 1 – Схема гідроакумулюючої електростанції [3]

Гідротехнічні споруди ГАЕС складаються з двох басейнів, розташованих на різних рівнях та які сполучені водоводами. Принцип роботи гідроакумулюючої електростанції полягає в перетворенні електричної енергії, що отримується від інших джерел енергії, в потенційну енергію води., при зворотному перетворенні накопичена енергія віддається в енергосистему головним чином для покриття піків навантаження [3].

У порівнянні з більшістю альтернативних варіантів ГАЕС має суттєві екологічні переваги:

- експлуатація станцій відбувається без забруднення атмосферного середовища, більш того, ГАЕС допомагає в підтримці відновлювальних джерел енергії та зменшенні залежності від викопного палива;
- станції не скидають забруднюючих речовин у водне середовище (виняток, Каховська ГЕС, яка була знищена 6 червня 2023 року, в результаті чого, стався вилів мастильних матеріалів в русло річки);
- під час експлуатації не утворюються небезпечні види відходів;
- при побудові на існуючих водосховищах, не відбувається додаткових змін в руслі річки, оскільки ГАЕС його не перегороджує та не створюються перешкоди для міграційної системи водойми;
- підвищення рухливості водних мас, завдяки цьому відбувається покращення стану водойми [4].

В Україні налічується 3 діючих ГАЕС, четверта, Канівська ГАЕС – не збудована, після оприлюднення планів на відновлення будівництва, було виявлено ряд серйозних проблем, за якими будівництво в даній місцевості ненадійне і може спричинити непередбачувані наслідки.

Інші 3 діючих ГАЕС, це Київська з встановленою потужністю 235,5 МВт, Дністровська з встановленою потужністю в 1296 МВт та Ташлицька з встановленою потужністю 302 МВт. Дністровська та Ташлицька ГАЕС ще в процесі будування, наразі введено в роботу половину від проектної потужності.

З метою інтеграції ОЕС України з ENTSO-E для забезпечення достатнього рівня резервів і надійного електропостачання споживачам «дешевої» електроенергії, враховуючи тенденції, викладені в Енергетичній стратегії України на період до 2035 року, та керуючись Програмою розвитку гідроенергетики на період до 2026 року, ПрАТ «Укргідроенерго» визначено необхідність реалізації інвестиційних проектів стосовно ГЕС і ГАЕС.

ПрАТ «Укргідроенерго» має на меті добудувати Дністровську ГАЕС, яка скрадатиметься із 7-ми гідроагрегатів загальною потужністю 2 268 МВт в генераторному режимі та 2 947 МВт в насосному, що дозволить збільшити частку маневрових потужностей енергомережі [5].

Міжнародна гідроенергетична асоціація опублікувала мапу (рис.2) потужностей ГЕС та ГАЕС країн світу. Україна представлена на мапі з показником загальної встановленої потужності гідроенергетичних об'єктів – 6.23 ГВт за даними на 2019 рік, наразі це значення менше, оскільки зруйнована Каховська ГЕС.

Загалом по мапі видно, що світ розділений по зонам, в кожній зоні певний діапазон, Україна знаходиться в діапазоні від 2000 МВт до 9999 МВт. Топ 5 країн, які досить сильно розвинули свою гідроенергетику, це Китай, США, Канада, Бразилія, Індія. Загальним показником встановлених

потужностей ГЕС та ГАЕС світу становить 1308 ГВт, 158 ГВт з яких це ГАЕС [5].



Рисунок 2 – Карта потужностей ГЕС та ГАЕС світу [5]

**Висновки:** Гідроакумлюючі електростанції забезпечують та підвищують стабільність енергосистеми, створюють маневрові потужності, які унеможливають періодичні відключення електроенергії в пікові години, дають можливості до інтеграції відновлювальних джерел енергії (СЕС, ВЕС), виступають як регулятор потужності для них. Також в ГАЕС немає необхідності в використанні викопних ресурсів, що позитивно впливає на екологічність акумулювання енергії.

Подальший розвиток гідроакумлюючих електростанцій дозволить наростити маневрові потужності, більше ефективно їх використовувати в енергосистемі, тим самим створюючи надійну та безаварійну енергосистему, яка зможе швидко відреагувати на зміни попиту в системі та забезпечити необхідну пропозицію.

#### Список використаних джерел:

1. International Forum on Pumped Storage Hydropower – Executive Summary [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://www.hydropower.org/publications/international-forum-on-pumped-storage-hydropower-executive-summary-september-2021>
2. Pumped Storage Hydropower - Publications [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://pumped-storage-forum.hydropower.org/resources/publications>
3. Pumped-storage hydroelectricity [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pumped-storage\\_hydroelectricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Pumped-storage_hydroelectricity)
4. Гідроенергетика України, 2021 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: [https://uhe.gov.ua/media\\_tsentr/zhurnal\\_hidroenerhetyka\\_ukrayiny/gidroenergetika-ukraini-2021-no3-4](https://uhe.gov.ua/media_tsentr/zhurnal_hidroenerhetyka_ukrayiny/gidroenergetika-ukraini-2021-no3-4)
5. Укргідроенерго - Проекти [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://uhe.gov.ua/diyalnist/proekti>

#### References:

1. International Forum on Pumped Storage Hydropower – Executive Summary [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: <https://www.hydropower.org/publications/international-forum-on-pumped-storage-hydropower-executive-summary-september-2021>
2. Pumped Storage Hydropower - Publications [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: <https://pumped-storage-forum.hydropower.org/resources/publications>
3. Pumped-storage hydroelectricity [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pumped-storage\\_hydroelectricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Pumped-storage_hydroelectricity)
4. Hydropower of Ukraine, 2021 [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: [https://uhe.gov.ua/media\\_tsentr/zhurnal\\_hidroenerhetyka\\_ukrayiny/gidroenergetika-ukraini-2021-no3-4](https://uhe.gov.ua/media_tsentr/zhurnal_hidroenerhetyka_ukrayiny/gidroenergetika-ukraini-2021-no3-4)
5. Ukrhydroenergo - Projects [Electronic resource]. – 2022. – Access mode: <https://uhe.gov.ua/diyalnist/proekti>