

## **ГІДРОАКУМУЛЮЮЧІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ В СВІТІ**

*В.Р.Евелєков, студент групи КН 121 відділення з підготовки  
молодших спеціалістів відокремленого підрозділу*

*Національного університету біоресурсів і природокористування  
України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

*Науковий керівник М.Г.Новіков, викладач - методист відділення з  
підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу*

*Національного університету біоресурсів і природокористування  
України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

*У даній доповіді розглянуті питання місця гідроакumuлюючих  
електростанцій та їх роль в світовій гідроенергетиці .*

*Гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС), акумулювання  
вироблюваної електроенергії, насоси, верхній басейн, напірний  
трубопровід, додаткові турбіни.*

**Гідроакumuлююча електростанція ( ГАЕС)**—це гідроелектростанція ,  
яка використовується для вирівнювання добово неоднорідності графіка  
електричного навантаження.

### **Принцип роботи**

Гідроакumuлююча електростанція є унікальною гідроенергетичною  
спорудою , за допомогою якої вдається акумулювати ( запасати ) електричну  
енергію , повертаючи її в енергосистему в міру необхідності. У години , коли  
в енергосистемі надлишок електричної енергії , (переважно - вночі) ,  
гідроагрегати ГАЕС працюють в якості насосів і , споживаючи дешеву  
надлишкову електроенергію , перекачують воду з нижнього басейну в  
верхній акумулюючий басейн на висоту кілька десятків або сотень метрів. У  
години , коли в енергосистемі утворюється дефіцит генеруючої потужності ,  
переважно - в ранкові та вечірні години , гідроагрегати ГАЕС працюють в  
якості генераторів і перетворюють енергію потоку води - в електричну. Вона

надходить в об'єднану систему. Враховуючи високу маневреність гідроенергетичного обладнання, число пусків оборотних гідроагрегатів ГАЕС, на відміну від звичайних ГЕС, досягає декількох сот (500-700) на місяць, а іноді становить близько 30 пусків на добу.

### **Історія**

Будівництво ГАЕС було розпочато в Західній Європі в кінці XIX ст. В 1882р. в Швейцарії поблизу м. Цюріха була споруджена установка Летте з двома насосами потужністю по 51,5 кВт, накачували воду на висоту 153 м в резервуар ємністю 18 тис. м<sup>3</sup>. У 1894 р. на прядильної фабриці в Італії була введена в роботу установка Крев-Луїно потужністю 50 кВт з напором 64м, що працювала по тижневому циклу акумулювання: запасений в суботу і неділю об'єм води спрацьовує в робочі дні.

До 1900 р. у Німеччині, Австрії та Італії було побудовано ще кілька ГАЕС потужністю по 50 - 100 кВт. У 1912 р. в цих країнах налічувалося 7 ГАЕС з одиничною потужністю агрегатів до 3 МВт, встановлених за роздільною схемою. Це були переважно малі установки, призначенням яких було підвищення добового вироблення ГЕС, які не мали водосховищ достатньої ємності.

До 1925 р. Впровадження насосного акумулювання йшло порівняно повільними темпами. Проте в період з 1912 по 1930 р. Було побудовано 32 ГАЕС, частина яких обладнана трьома машинними агрегатами. Перші відносно великі ГАЕС були споруджені в кінці 1920-х рр.: Високонпірна ГАЕС Трєморджо потужністю 11 МВт в Італії з максимальним напором 905м і ГЕС - ГАЕС Вегіталь в Швейцарії з потужністю турбінного режиму 67 МВт, сезонним регулюванням стоку і гідроакумулювання.

До 1940 р. було введено в експлуатацію більше 40 ГАЕС. Переважною схемою в основному стали трьох машинні агрегати горизонтального виконання з одиничною потужністю агрегатів у турбінному режимі до 50 МВт. Перша оборотна гідромашина з поворотним лопатевим робочим колесом діаметром 1,77 м і нерухомим напрямним апаратом була введена в

1934 р. на ГАЕС Бальденей в Рурі( Німеччина ) : потужність у турбінному режимі 1,32 МВт при 256 об / хв і в насосному режимі 1,47 МВт при 326 об / хв; напір 8,5 – 10м. у цей же період почалося будівництво ГАЕС у США : в 1928 р. була введена ГЕС - ГАЕС Роккі-Рівер потужністю 25 МВт при максимальному напорі 74 м .

Після Другої світової війни гідроакмулювання широко почало застосовуватися також у Великобританії , Іспанії , США , Японії та інших країнах. У 1945 - 1960 рр. побудовано 27 ГАЕС потужністю 35 - 240 МВт. У цей період набули широкого поширення оборотні гідромашини , особливо в США і Японії , де всі ГАЕС , за винятком самих ранніх , обладнані такими машинами.

Переваги ГАЕС як джерела маневреної потужності визначили їх швидкий розвиток у всьому світі. Темп будівництва та введення ГАЕС різко зріс в 1960-і рр. у зв'язку з широким розповсюдженням АЕС і ТЕС з турбоблоком великої одиничної потужності і обмеженими можливостями регулювання, а також внаслідок вичерпання гідроресурсів в деяких країнах.

За даними на 1970 р., в 29 країнах світу налічувалося 148 експлуатованих ГАЕС суммарною встановленою потужністю 15,3 млн кВт . З цієї потужності на частку США припадало 3640 МВт , що становило 1,2 % встановленої потужності всіх електростанцій країни. До 1980 р. Ця частка зросла до 4 % ( 32 ГАЕС , 14 млн кВт ) і в стадії проектування знаходилося ще 33 ГАЕС , а до 1990 р. - до 5,6 % (37,3 млн. кВт ) . Більше половини ГАЕС побудовано в Німеччині , Японії , США , Швейцарії та інших країнах Західної Європи. Зокрема , в Японії кількість експлуатованих ГАЕС становить близько 50 , у Німеччині - більше 30. Частка ГАЕС в енергосистемах Західної Європи з 1,0 % в 1970 р. (6 млн кВт) До 1980 р. збільшилася до 4% ( 26 млн кВт). Крім того , в 1970 р. у стадії будівництва знаходилось ще 48 ГАЕС загальною потужністю близько 22 млн кВт .

Діапазон встановлених потужностей сучасних ГАЕС коливається в широких межах. З числа ГАЕС суммарною встановленою потужністю більше

100 МВт, близько 50 % мають встановлену потужність до 500 МВт , 31% - від 500 до 1000 МВт і лише 5 % - 1500 МВт і більше. Найбільш великими за встановленою потужністю( в МВт ) є ГАЕС : Ладінгтон ( 1800) , Реккун - Маунтін (1600 ) , БленхеймДжільбао ( 1200) , Кастейк ( 1200) , Едісон (3000 ) і Бас Каун -ти ( 2100 ) у США ; Альто Гессе (1200 ) і Лаго - Деліо (1000 ) - в Італії ; Дінорвік ( 1800) - у Великобританії та ін.

Враховуючи ефективність використання ГАЕС у загальній структурі електроенергетики , їх багатофункціональність і легку адаптаційність до конкретних вимог енергосистем і окремих енергокомплексів , темпи будівництва і введення ГАЕС в усьому світі залишаються високими.

Заданими на початок 2005 р. , у світі знаходилося в експлуатації більше 400 ГАЕС.

Після 1995 р. запроваджені ГАЕС Чісаврос в Греції ( 420 МВт , 1997) , Павесічаир в Болгарії ( 800 МВт , 1998) , Голдістал в Німеччині ( 1060 МВт , 2002) , СіахБише в Ірані ( 1140 МВт , 1996) , Гуангзхоу ( 2400 МВт , 2000) , Тіанхуангрінг (1800 МВт , 2001) і Хебей Цангхе - ван (1000 МВт , 2002) в Китаї та ін.

У 2006 р. введений перший енергоблок Ташлицької ГАЕС ( Україна ) потужністю в турбінному режимі 150 МВт , ГАЕС у Китаї (1400 МВт) , ГАЕС Корп II в Австрії ( 450 МВт ) та ін.

Знаходяться в стадії будівництва ГАЕС Лімберг в Австрії ( 480 МВт , 2011-2012 рр. . ) , ГАЕС між Мутзее і Ліммернзее ( 1080 МВт , 2015 ) , Грімзель -3 ( 400 МВт ) і Іннерткірхен -3 (700 МВт) в Швейцарії , Хейміфенг в Китаї (1200 МВт , 2009), Елсінор Лейк в США (Каліфорнія , 500 МВт , 2008) та ін.

У США працює 150 блоків ГАЕС загальною потужністю 22 млн кВт .

На території Радянського Союзу до 80 - х рр. . минулого століття були побудовані і експлуатувалися тільки дві ГАЕС : Ставропольська встановленою потужністю 19 МВт , яка працює у режимі сезонного регулювання стоків Великого Ставропольського каналу , і Київська ГЕС-

ГАЕС з трьома звичайними і трьома оборотними агрегатами суммарною встановленою потужністю в турбінному режимі 225 МВт , введена в експлуатацію в 1972 р.

У 1988 р. були введені два оборотні гідроагрегати Загорської ГАЕС. Це більша з двох діючих в Росії гідроакумулюючих електростанцій, розміщена на річці Куньє у селищі Богородское в Сергієво - Посадському районі Московської області. Є важливим структурним елементом енергосистеми Центру , беручи участь в автоматичному регулюванні частоти і перетоків потужності , а також покриваючи добові пікові навантаження в Московській і Центральній енергосистемах . Перша черга Загорській ГАЕС потужністю 1200 МВт була побудована в 1980-2003 роках , з 2007 року ведеться будівництво другої черги потужністю 840 МВт , після завершення якої Загорська ГАЕС стане найбільшою електростанцією Московського регіону.

У 1992-1998 рр. були пущені чотири оборотних гідроагрегати на Кайшадорській ( Круонісскій) ГАЕС в Литві. Агрегати Круоніської ГАЕС аналогічні Загорським . В даний час в Литві і працюється варіант відновлення будівництва Круоніської ГАЕС з доведенням до проектних параметрів ( 8 оборотних гідроагрегатів ) або організації будівництва нової ГАЕС.

В 1963 році була побудована гідроакумулююча електростанція ( ГАЕС) Таумі Саук ( TaumSauk ) в штаті Міссурі. Вона призначена для стабілізації роботи інших , більш традиційних електростанцій , наприклад ГРЕС або АЕС. Режим роботи останніх міняти занадто важко, а з ГАЕС все простіше : вдень , коли потреби в електроенергії великі, воду пропускають через генератори , а вночі , коли електроенергії потрібно куди менше , цими ж генераторами закачують назад , використовуючи надлишки електрики. Для цього достатньо просто змінити напрямок обертання лопаток , а економічний ефект за рахунок денної і нічної ціни на електрику вельми відчутний.

У світі досить велика кількість гідроелектростанцій і практично всі вони розташовані біля великих річок чи озер , або на самому водному

джерелі. Але Таумі Саук порушує стандартну логічну схему і розташована в гірській частині Сан Франсуа в Міссурі майже у вісімдесяти кілометрах від найближчого природного джерела води – річки Міссісіпі.

У 1983 році на Україні було розпочато будівництво Дністровської ГАЕС — однієї з найбільших у світі гідроакumuлюючих електростанцій.. Дністровська електростанція потужністю 2268 мВт повинна забезпечити надійну роботу атомних електростанцій, підвищити стабільність енергопостачання, розширити експортні можливості, а також дати значний економічний ефект.

На сьогодні :

- Потужність складає 324 мВт;
- Корисний об'єм басейна 11,5 млн. куб. м;
- Кількість агрегатів 1.

На завершенні будівництва :

- Потужність — 2947 мВт;
- Корисний об'єм 40 млн. куб. м;
- Кількість агрегатів 7

**Дністровська ГАЕС** має стати найбільшою гідроакumuлюючою станцією Європи і шостим за масштабами проектом гідроенергетики у світі. Дозволить зміцнити енергетичну конкурентоспроможність України.

### **Підсумок**

З доповіді розуміємо, що таких гідроакumuлюючих електростанцій в світі багато, тому що порівняно з ТЕС і АЕС можуть швидко знижувати вироблення електроенергії при нічному зниженні енергоспоживання.

А цей факт призводить до встановлення істотно більшої комерційної вартості пікової електроенергії в енергосистемі, в порівнянні з вартістю електроенергії, що виробляється в нічний період. У таких умовах використання ГАЕС стає більш економічне і підвищує як ефективність так і надійність енергопостачання.

### Список літератури

- 1) [http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%93%D0%90%D0%95%D0%A1](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D0%90%D0%95%D0%A1)
- 2) [http://www.ukrrudprom.ua/digest/Strasti\\_po\\_genpodryadu.html](http://www.ukrrudprom.ua/digest/Strasti_po_genpodryadu.html)
- 3) <http://podrobnosti.ua/podrobnosti/2012/07/26/849370.html>
- 4) <http://www.president.gov.ua/news/25927.html>
- 5) <http://images.yandex.ua/yandsearch?text=%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9+%D0%B3%D0%B0%D0%B5%D1%81>

*В данном докладе рассмотрены вопросы устройства гидроаккумулирующих электростанций и их место в мировой гидроэнергетике .*

*Problems of construction of hydroaccumulation powerstation and there place in world hydroenergetics are considered in this report.*

© *В.Р.Евелеков, М.Г.Новіков, 2014*