

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ВИКОНАНЬ ГЕС ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ-ПРОТОТИПУ

¹Перепелиця О.С., ¹Тітов Є.О., студенти, ¹Коваленко М.А., к.т.н., доц.,
²Коваленко І.Я., аспірантка

КПІ ім. Ігоря Сікорського, ¹кафедра електромеханіки, ²кафедра відновлюваних джерел енергії

Гідроелектростанція (ГЕС) – електростанція, яка за допомогою гідротурбіни перетворює кінетичну енергію води в електроенергію.

Як відомо, принцип роботи гідроелектростанцій досить простий. Так, ланцюг гідротехнічних споруд забезпечує необхідний напір води, що надходить на лопаті гідротурбіни, яка приводить в дію генератори, що і виробляють електроенергію. Пропонуємо вам ознайомитися з типами гідрогенераторів, які встановлено на гідроелектростанціях Укргідроенерго.

Конструкція гідрогенератора переважно визначається параметрами гідротурбін, які зі свого боку залежать від природних умов у районах будівництва гідроелектростанцій, зокрема від напору води та її витрат. У зв'язку з цим для кожної гідроелектростанції розробляється індивідуальний гідрогенератор.

Зазвичай гідрогенератор являє собою синхронну явнополюсну електричну машину вертикального виконання. Проте існують гідрогенератори горизонтального виконання, в тому числі капсульні. На гідроакумуючих станціях використовуються гідрогенератори-двигуни, які можуть як виробляти електроенергію, так і споживати її.

Варто зазначити, що в Україні на проєктуванні, виробництві, постачанні, шеф-монтажуванні, налагоджуванні, сервісному обслуговуванні та ремонті гідрогенераторів спеціалізується ДП «Завод «Електроважмаш»», який є одним із головних підрядників Укргідроенерго. До речі, у музеї історії заводу представлено діючі макети гідрогенераторів, які наочно демонструють відвідувачам принципи їх роботи (рис. 1).



Рисунок 1 – Вертикальні гідрогенератори підвісного і зонтичного типів

Вертикальні гідрогенератори підвісного типу застосовуються у високооборотних гідроагрегатах. Такий тип виконання є оптимальним для швидкохідних гідрогенераторів, оскільки він забезпечує більшу механічну стійкість роботи гідроагрегатів.

Вертикальні гідрогенератори зонтичного типу використовуються для тихохідних гідроагрегатів. Цей тип є більш економічним і зручним при монтажі. Конструкція гідрогенератора дозволяє відмовитися від нижньої вантажонесучої хрестовини (при спиранні під'ятника на кришку турбіни) і цільного вала ротора, що значно знижує масу і висоту гідрогенератора.

В Україні гідрогенератори вертикального типу випускаються з 1954 року. Їх встановлено на Кременчуцькій, Середньодніпровській, Дніпровській, Каховській та Дністровській ГЕС.

Такі ж гідрогенератори використовуються в інших країнах світу, зокрема в Грузії (Варцихська і Жинвальська ГЕС), В'єтнамі (ГЕС «Чіан»), Мексиці (ГЕС «Інfernільо»), Бразилії (ГЕС «Дарданелос») та в інших.

Гідрогенератори капсульного типу зображено на рис. 2.

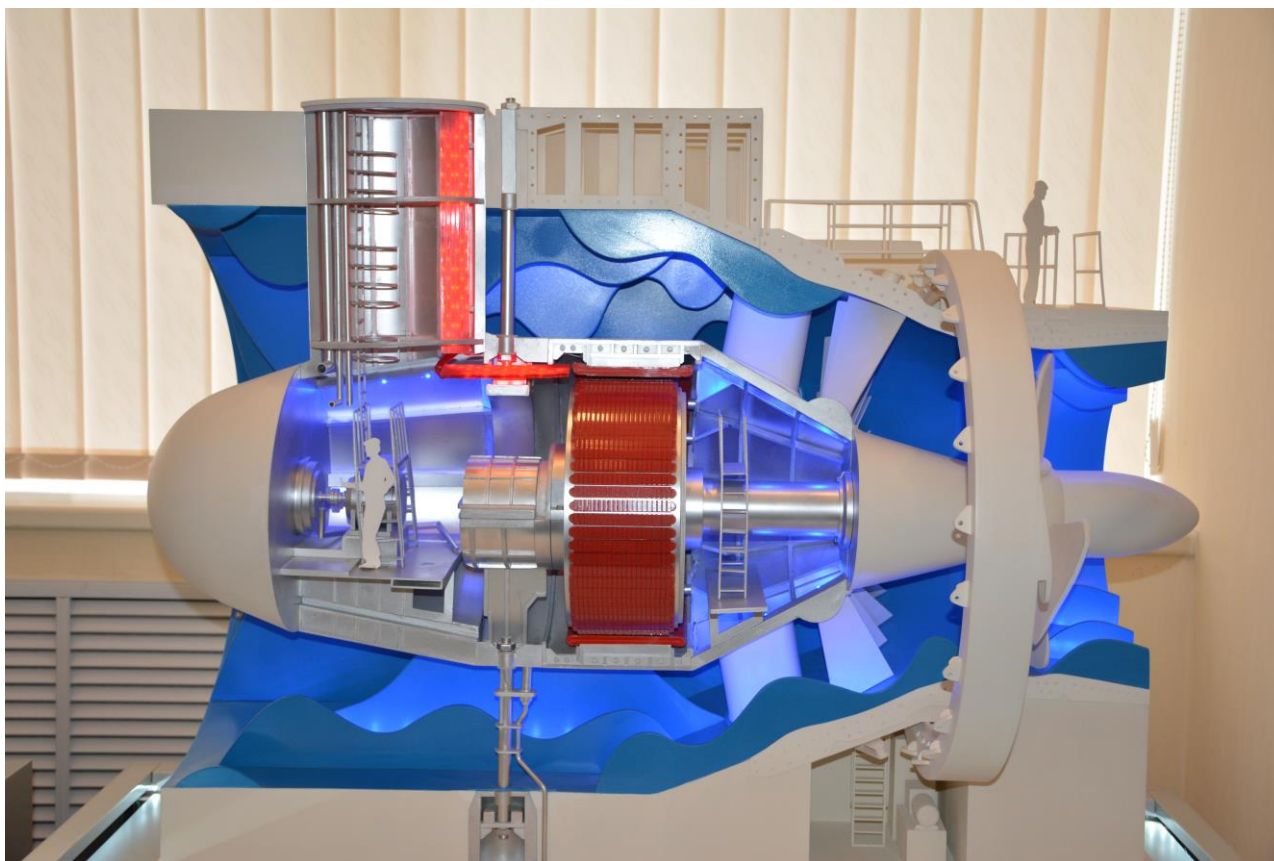


Рисунок 2 – Генератор капсульного типу, встановлено на Київській та Канівській ГЕС

Необхідність у капсульних гідрогенераторах виникла при створенні низьконапірних руслових і приливних електростанцій. Так, гідрогенератор капсульного типу і конструктивно пов'язана з ним горизонтальна гідротурбіна

утворюють герметизований гідроагрегат оптичної форми, який працює безпосередньо в потоці води.

Застосування таких гідроагрегатів дозволяє набагато пришвидшити будівництво гідроспоруд і отримати значну економію капіталовкладень шляхом спрощення конструкцій гідротехнічних споруд, зменшення обсягу бетонних робіт, широкого застосування збірного залізобетону та скорочення відстані між осями агрегатів.

Варто зазначити, що перевагою даної моделі в порівнянні зі світовими аналогами є оптимальне поєднання надійності. Зокрема середнє напрацювання на відмову становить не менше 27 тис годин, середній термін служби між капітальними ремонтами – не менше 7 років, а термін служби становить не менше 40 років.

В Україні гідрогенератори капсульного типу випускаються з 1964 року. Їх встановлено на Київській та Канівській ГЕС. За кордоном таке обладнання встановлено на ГЕС «Клостерфос» у Норвегії, ГЕС «Пурнарі-2» у Греції, ГЕС «Мукеріан» в Індії та на інших.

Вертикальні оборотні гідрогенератори-двигуни зображено на рис. 3.

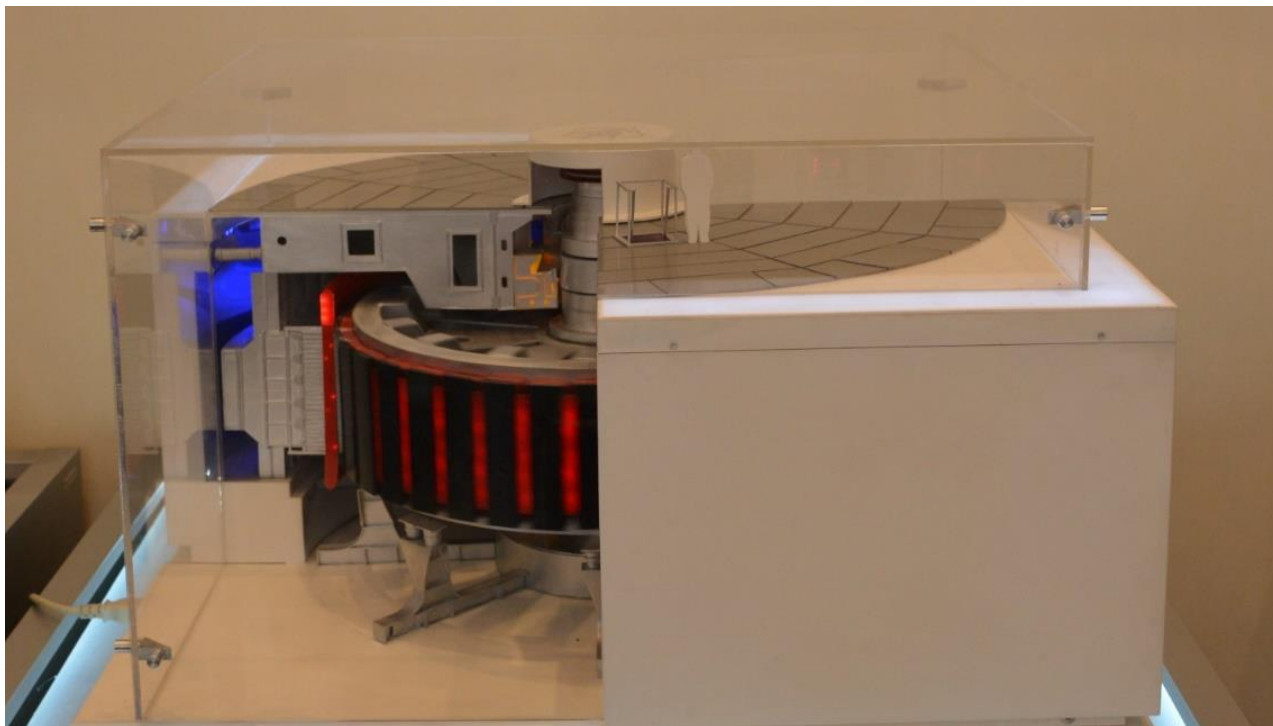


Рисунок 3 – Вертикальні оборотні гідрогенератори-двигуни

На гідроакumuлюючих станціях встановлюються оборотні гідрогенератори-двигуни, які від звичайних відрізняються особливою конструкцією підп'ятника, що дозволяє ротору обертатися в обидві сторони. Адже, як відомо, ГАЕС споживає надлишкову енергію АЕС і ТЕС у години провалу графіка навантаження у нічні години, створюючи запас потенційної енергії води, та виробляє додаткову енергію в денні години під час дефіциту «пікової потужності».

Загалом гідрогенератор-двигун призначений для роботи в трьох режимах: в режимі генератора, тобто в турбінному режимі; в режимі двигуна, тобто в насосному режимі, та в режимі синхронного компенсатора.

Гідрогенератори-двигуни за конструкцією переважно аналогічні звичайним гідрогенераторам вертикального виконання, але у зв'язку з необхідністю роботи у різних режимах, мають ряд конструктивних особливостей. Так, як вже зазначалося, реверсивний підп'ятник пристосований для обертання у двох напрямках, а ротор та ряд інших вузлів мають спеціальну особливу конструкцію.

Саме такого типу гідрогенератори встановлено на Дністровській ГАЕС. У 2008 році було завершено виготовлення для станції найбільшого в Європі генератора-двигуна, який було введено в експлуатацію у 2010 році. Потужність гідроагрегата становить 421 МВт у режимі двигуна і 324 МВт у режимі генератора. Цікаво, що його частота обертання сягає 150 об/хв. Згодом, впродовж 2013-2016 років, на Дністровській ГАЕС було введено в експлуатацію ще два таких гідрогенератори-двигуни.

Наразі на фінальному етапі монтажу знаходиться гідроагрегат № 4 Дністровської ГАЕС, пробний пуск якого планується здійснити до кінця 2020 року. Всього на станції буде встановлено 7 гідроагрегатів, загальною потужністю 2268 МВт у генераторному режимі та 2947 МВт у насосному. Так, Дністровська ГАЕС по потужності стане першою в Європі серед гідроакумуючих станцій та шостою у світі.

Аналогічні гідрогенератори встановлено на Круоніській ГАЕС у Литві, ГАЕС «Жарновець» у Польщі та на інших.

Нагадаємо, що на станціях Укргідроенерго триває реалізація програми «Реконструкція. II черга», в рамках якої здійснюється реконструкція гідроагрегатів. Завершення оновлення обладнання дозволить збільшити термін служби гідроагрегатів щонайменше на 30 років, досягнути приросту потужності, оптимізувати використання водних ресурсів та покращити екологічну ситуацію на річках.

Перелік посилань

1. Генкин М. Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М. Д. Генкин, А. Г. Соколова – М. : Машиностроение, 1987. – 288 с.
2. Вейнгер А. М. Проектирование электроприводов: справочник / А. М. Вейнгер, В. В. Караман, Ю. С. Тартаковский, В. П. Чудновский; под редакцией А. М. Вейнгера. Свердловск: Средне-Уральское. книжное издательство, 1980. 160 с.
3. Вольдек А. И. Электрические машины: учебник для вузов / А. И. Вольдек. 3-е издательство, Л.: Энергия, 1978. 832 с.