

УДК 532.542:621.22

## **ВПЛИВ РОБОТИ ГАЕС НА НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

**Д. М. Сингасвич**

студентка 3 курсу, групи ГВР-32, навчально-науковий інститут водного господарства  
Науковий керівник – асистент кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ, В. С. Тимошук

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна.*

**Розглянута необхідність використання та збільшення маневреної потужності для забезпечення надійної експлуатації енергетичних систем. Зазначена актуальність будівництва та експлуатації гідроакumuлюючих електростанцій в світі.**

**Ключові слова:** енергосистема, гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС), маневрена потужність.

**Рассмотрена необходимость использования и увеличения маневренной мощности для обеспечения надежной эксплуатации энергетических систем. Указанная актуальность строительства и эксплуатации гидроаккумулярующих электростанций в мире.**

**Ключевые слова:** энергосистема, гидроаккумулярующая электростанция (ГАЭС), маневренность мощности.

**In the article considered necessity of using and increasing maneuverability power to ensure reliable operation of power systems. It was specified the relevance of the construction and operation of pumped storage power plants in the world.**

**Keywords:** power system, pumped storage plant (PSP), maneuverable power.

**Функціонування енергетичних систем** має необхідність безперервної підтримки балансу виробництва та споживання електроенергії для забезпечення стабільного значення частоти змінної напруги. Енергосистема – це сукупність джерел виробництва та споживачів з'єднаних між собою лініями електропередач (ЛЕП). До джерел виробництва відносяться атомні (АЕС), теплові (ТЕС), гідравлічні (ГЕС), гідроакumuлюючі (ГАЕС) та інші типи електричних станцій.

Експлуатація енергетичної системи та її режими роботи протягом доби, або певного проміжку часу, встановлює залежність необхідної сумарної потужності в часі. Графік добового навантаження енергосистеми зазвичай можна охарактеризувати істотною нерівномірністю споживання електричної енергії з наявністю видимих піків та провалів [1]. Базову частину графіка добового навантаження забезпечують ТЕС та АЕС, а напівпікову та пікову частину – ГЕС, ГАЕС, газотурбінні установки (ГТУ) і блоки ТЕС малої потужності (до 300 МВт) [2].

**Особливе значення** у забезпеченні надійної експлуатації енергосистеми мають ГЕС та ГАЕС. Дані станції характеризуються високою маневреністю з можливістю швидкого включення агрегатів в роботу та зміни потужності в часі. Дана особливість дозволяє ГЕС та ГАЕС оперативно покривати піки графіка добового навантаження. В останні десятиріччя вирівнювання графіка добового навантаження частково досягається встановленням привабливих цін в нічну пору.

ГАЕС може працювати в наступних режимах: турбінний, насосний, синхронного компенсатора, частотного регулювання, холостого ходу в турбінному та насосному режимах

(обертовий резерв або режим «гарячого пуску»). Схема роботи ГАЕС в графіку добового навантаження енергосистеми наведена на рисунку.

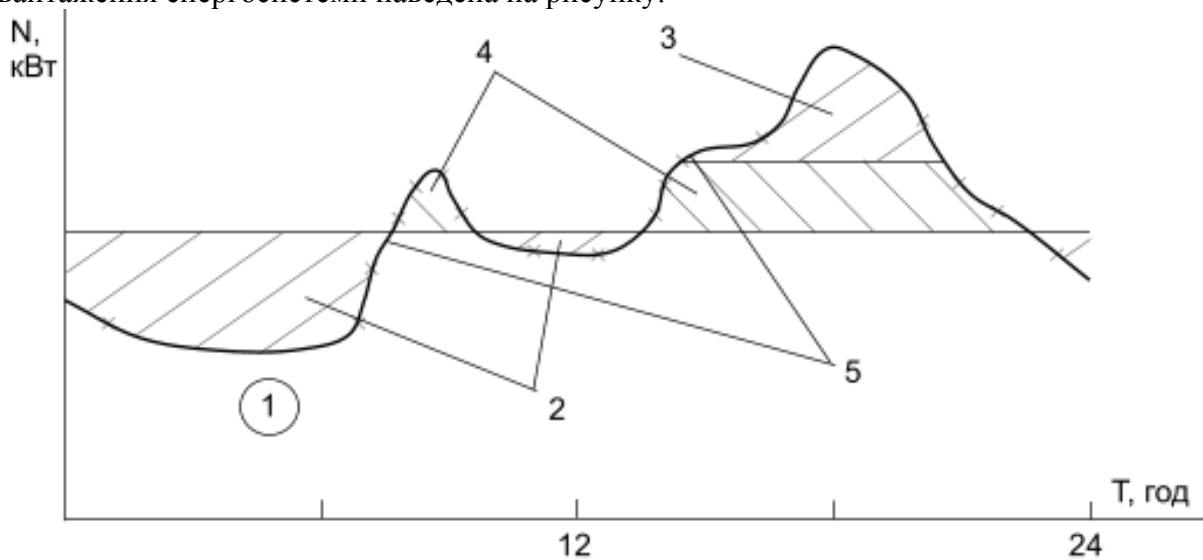


Рисунок. Графік добового навантаження енергосистеми з режимами роботи ГАЕС: 1 – робота в базовій частині графіку тепловими та атомними станціями, 2 – робота ГАЕС в насосному режимі, 3 – робота ГАЕС в турбінному режимі, 4 – місце роботи ГЕС в графіку добового навантаження, 5 – робота ГАЕС в режимі синхронного компенсатора та режимі холостого ходу.

Світовий досвід експлуатації енергетичних систем свідчить про те, що сумарна маневрена потужність повинна складати 15-20% від сумарної потужності енергосистеми. Дана необхідність викликана збільшенням одиничних потужностей агрегатів ТЕС та АЕС, що безпосередньо ускладнює проблему регулювання режимами роботи енергетичної системи і забезпеченням її надійної роботи [3-4].

**Робота потужних енергетичних об'єднань** провідних країн показує, що ГАЕС є важливою складовою правильно побудованої і економічно експлуатаційної системи генеруючих потужностей. В найближчій перспективі немає іншого типу станцій, яка б в повній мірі відповідала чисельним вимогам енергосистеми. Сьогоднішні ГАЕС в першу чергу є гарантом технологічної безпеки АЕС та ТЕС. Цим викликано потужний інтерес у багатьох країнах до будівництва ГАЕС. На даний час в світі експлуатується більше 460 ГАЕС різної компоновки з широким діапазоном встановленої потужності і напорів. В найближчі роки очікується значне збільшення кількості ГАЕС в світі, що будуються. Найбільш інтенсивно гідроакмулювання розвинуто в США, Японії, Німеччині, Італії, Австрії, Франції, Швейцарії, Китаї, Іспанії. В теперішній час будується біля 40 нових ГАЕС у багатьох країнах світу. Характерно, що за останні 25 років потужність ГАЕС світу збільшилася у 3 рази із-за їх ефективності в регулюванні графіка добового навантаження та функцій, що вони виконують [5].

Енергоекономічне значення ГАЕС в сучасних енергосистемах різноманітне і включає участь ГАЕС в покритті пікової частини графіка добового навантаження; заповнення провалів навантаження в нічний час та в неробочі і святкові дні; покращення режиму роботи базисних теплових агрегатів, що завжди приводять до економії палива в енергосистемі; регулювання навантаження і потужностей енергосистеми в періоди їх різкої зміни, що полегшує умови завантаження і розвантаження потужностей теплових агрегатів; сприйняття і покриття "блукаючих" піків навантаження, які стають небезпечними для стійкості роботи енергосистеми; підтримання частоти та рівня напруги в системі; несення функцій аварійного резерву енергосистеми.

ГАЕС виконують функції регулювання в енергосистемі у самому широкому значенні з максимальним використанням їх переваг швидкодії й високої готовності до пуску. Тому вони експлуатуються у різних режимах з багаторазовими пусками й зупинками протягом доби, виконуючи роль маневреної потужності при вході й виході з піків, компенсатора реактивної потужності, засобу заповнення нічних провалів, аварійного й частотного резерву. Так, з урахуванням сучасних вимог для забезпечення стабільної роботи енергосистеми розрахункова кількість пусків на ГАЕС Бленхейм Гільбоа потужністю 1,04 млн. кВт (США) становить 6000 на рік. У реальних умовах експлуатації в найбільш напружені періоди, наприклад на Загорській ГАЕС (Росія) потужністю 1,2 млн. кВт, число пусків на добу доходило до 30 без обліку пусків у режимі синхронного компенсатора [6].

Використання ГАЕС в якості аварійного й частотного резервів енергосистеми стає однією з її найважливіших функцій. У випадку аварії в енергосистемі з великими генеруючими джерелами, лініями електропередач швидке включення ГАЕС у турбінний режим або перемикання ГАЕС із насосного режиму в турбінний компенсують потужності, загублені енергосистемою, і дозволяють виключити аварійне відключення споживачів. Саме ГАЕС разом з ГЕС значною мірою у важких аварійних ситуаціях дозволяють не допустити «розвалу» енергосистеми.

**Дефіцит маневрової потужності** в енергосистемах найефективніше покривати встановленою потужністю ГАЕС, оскільки вони мають 200% регулювання завдяки роботі в турбінному та насосному режимах. Із зазначеними позитивними якостями та багатоманітністю функцій ГАЕС, як джерела маневрової потужності, інтенсивно будуються та експлуатуються в багатьох країнах світу.

1. Кучерява І.М., Сорокіна Н.Л. Шляхи регулювання графіків навантаження та управління споживанням електричної енергії // Гідроенергетика України, № 4, 2007. – С. 36-44.
2. Ландау Ю.А. Развитие атомной энергетики и ГАЭС // Гідроенергетика України, № 4, 2006. – С. 18-22.
3. Гидроэлектрические станции. Под ред. Губина Ф.Ф., Кривченко Г.И. М. : Энергия, 1980. – 368 с.
4. Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. – М.: ЭНАС, 2008, 352с.
5. World declaration "Water Storage for Sustainable Development", Approved on 5-th June 2012 in Kyoto by ICOLD, ICID, IHA, IWRA. – [www.icold-cigb.org](http://www.icold-cigb.org).
6. Тихомирова Н.В. ГАЭС на развивающемся энергорынке: инновации и инвестиции // Гидротехническое строительство. – 2005. - №6. – С.30-37.