

Основні напрямки інженерного захисту об'єктів гідроенергетики

Тетяна Чирва, доц., к.т.н., доцент¹ (ORCID: 0000-0002-6657-5443),

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м.Київ

АНОТАЦІЯ

В статті розглянуті основні характеристики об'єктів критичної інфраструктури в гідроенергетики, що становлять найбільш відповідальними інженерними спорудами у забезпеченні енергетичної безпеки України. До основних інженерних і споруд гідровузлу відносяться греблі, які сконцентровані на Дніпровському і Дніпровському каскаді каскадах. Розглянуті основні характеристики гребель ГЕС, а також запропоновані основні напрямки заходів безпеки.

Ключові слова: об'єкти критичної інфраструктури, гідроенергетика, греблі, заходи безпеки.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

У сучасних умовах критична інфраструктура розглядається як ключовий елемент національної економіки та фундамент державної й регіональної політики у сфері забезпечення національної безпеки [1]. До об'єктів критичної інфраструктури належать стратегічно важливі підприємства, установи та системи, порушення функціонування або знищення яких може створити загрозу для безпеки держави, життя і здоров'я громадян, довкілля, а також призвести до серйозних матеріальних і фінансових втрат [1].

До таких об'єктів відносять комплекс інженерних споруд гідроенергетики, в склад яких входять греблі, які переважно сконцентровані на Дніпровському каскаді (Київська ГЕС, Канівська ГЕС, Дніпровська ГЕС тощо) та Дністровському каскаді і становлять найбільш відповідальними інженерними спорудами з підвищеною економічною, соціальною і екологічною значимістю (рис. 1).



Рисунок 1. Гребля Київської ГЕС.

2. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРЕБЕЛЬ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (ГЕС) В УКРАЇНІ

Гідроелектростанції (ГЕС) відіграють важливу роль у забезпеченні енергетичної безпеки України, що дає можливість перейти до сталих джерел енергії.

Принцип роботи ГЕС полягає в тому, що енергія напору води за допомогою гідроагрегату перетворюється на електроенергію, при цьому необхідний тиск води забезпечується за допомогою спорудження греблі і

водосховища, концентрації річки в визначеному місці з природним потоком води або з деривацією.

Греблі є основною інженерною спорудою гідровузлу (рис. 2), які забезпечують стабільну роботу гідроелектростанцій та захист навколишнього середовища. Вони виконують функції регулювання водного режиму, створення напору для турбін, захисту від паводків та формування водосховищ.

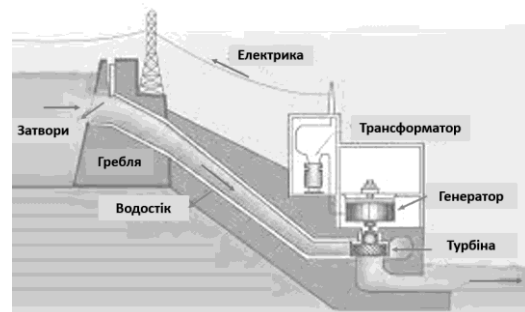


Рис. 2. Загальний вигляд гідровузлу

Конструктивні особливості при виборі типу гребель залежать від природних умов, гідрологічних характеристик річок та енергетичних потреб регіону. Тип і конструкція греблі визначається за призначенням, розмірами, видом матеріалу.

До основних типів гребель великих ГЕС України відносяться: гравітаційні бетонні; земляні (насіпні); комбіновані.

Гравітаційні греблі — це масивні інженерні споруди, що утримують воду завдяки власній вазі. Вони будуються переважно з монолітного або армованого бетону, в основному виконуються трикутного профілю з вертикальною або слабо похилою у бік верхнього б'єфа верховою гранню, а при високій сейсмічності в багатьох випадках профіль греблі розширюється до основи за рахунок збільшення похилу верхової грані. Основною перевагою таких гребель є їхня надзвичайна міцність, довговічність і стійкість до гідродинамічного навантаження води.

Прикладом такого конструктивного рішення є Дніпрогес (м. Запоріжжя) - одна з найвідоміших гравітаційних бетонних гребель в Україні, яка на сьогоднішній час є найстарішою великою гідроспорудою на Дніпрі.

Земляні (насіпні) греблі являють собою насип переважно трапеціодального поперечного перерізу і формуються з ущільненого ґрунту, суглинку, глини, піску або кам'яної накидки. Усередині міститься водонепроникне ядро (наприклад, глиняне або бетонне). При зведенні земляних гребель часто використовуються місцеві матеріали, відрізняються простотою зведення, особливо при будівництві в широких річкових долинах.

Комбіновані греблі поєднують бетонні водозливні греблі з земляної або кам'яно-накидної дамбами для збільшення довжини греблі.

Таке конструктивне рішення використовується для більшості великих ГЕС на Дніпрі (Київська, Кременчуцька, Канівська, Дніпродзержинська, Каховська).

Таким чином, огляд прийнятих конструктивних рішень гребель для великих гідроелектростанцій України показав, що найбільше використовують комбіновані греблі, що поєднують економічність земляної частини з надійністю бетонної.

3. ОСНОВНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГРЕБЕЛЬ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ВОЄННИЙ ЧАС

Основні заходи безпеки об'єктів гідроенергетики полягають в визначенні нових підходів до технічних, екологічних, соціальних напрямків, які містять не тільки оцінку надійності в період тривалої експлуатації інженерних споруд, а також врахування адаптації до воєнних загроз. Таким чином, можна визначити основні напрямки щодо експлуатації і безпеки основних об'єктів гідроенергетики:

- забезпечення технічної надійності роботи гідровузла, що включає аналіз потенційних загроз при виникненні аварійних ситуацій, пов'язаних з роботою основних складових ГЕС, а також підвищення стійкості до атак;
- проектування захисних систем, що дозволяють автоматичного аварійного відключення з одночасним підключенням до резервних джерел живлення;
- використання сучасних приладів для моніторингу стану споруди, таких як сенсори, дрони, супутникові дані;
- розробка заходів для збереження біорізноманіття, водних екосистем у випадку непередбачених аварійних ситуаціях в умовах воєнного стану;
- врахування ризиків при проектуванні нових об'єктів, які виникають під час воєнних дій.

Греблі гідроелектростанцій в воєнних умовах стають потенційними цілями для: ударних дронів-камікадзе, ракетних атак та диверсійних дій. Їх пошкодження (наприкладі Каховської ГЕС) може призвести до затоплення населених пунктів, зупинки енергопостачання, що в результаті стало екологічною катастрофою в країні.

Для захисту гребель потрібно передбачати:

- будівництво протидронових споруд у вигляді спеціальних металевих конструкцій, сіток та куполів;
- інженерне укріплення з посиленням бетонних конструкцій, встановленням протиударних екранів;

- використання систем ППО поблизу об'єктів, а також засобів радіоелектронної боротьби для перехоплення дронів.

ВИСНОВОК

Кліматичні зміни, воєнні загрози та зношеність інфраструктури ГЕС ставлять задачі нові задачі щодо оновлення цих споруд, а також сучасні підходи до проектування гребель у майбутньому.

Список літератури

- [1] Кизим М. О., Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Сутність поняття "критична інфраструктура" з позицій національної безпеки України. *Бізнес Інформ*. 2022. № 12. С. 58-78. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001396419>
- [2] Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 лютого 2017 року «Про невідкладні заходи з нейтралізації загроз енергетичній безпеці України та посилення захисту критичної інфраструктури», Введене в дію Указом Президента України від 16 лютого 2017 року № 37/2017
- [3] *ДБН В.2.4-3: 2010*. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. *Гідротехнічні споруди. Основні положення*. [Чинний від 01.01.2011 р.]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 37 с
- [3] Бірюков Д. Концепція захисту критичної інфраструктури як елемент загальноєвропейської безпекової політики. *Наукові записки ІПіЕНД ім. І. Ф. Ку-раса НАН України*. 2018. Вип. 6. С. 106–115. URL: https://ipiend.gov.ua/wp-content/uploads/2018/07/birukov_kontseptsia.pdf
- [4] Бобро Д. Г. Методологія оцінки рівня критичності об'єктів інфраструктури. *Стратегічні пріоритети*. 2016. № 3. С. 78–86. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Bobro_Dmytro/Metodolohiia_otsinky_rivnia_krytychnosti_obiektiv_infrastruktury.pdf?PHPSESSID=grmv5ditrftbq51170qi9oh934
- [5] Farenjuk, G., Vaynberg O., Khlapuk, M., & Shuminskyi, V. (2019). Надійність та безпека гідротехнічних споруд в умовах тривалої експлуатації. *Наука та будівництво*, 20(2), 4-18. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v20i2.91>
- [6] *ДК 018-2000*. Державний класифікатор будівель та споруд. – К.: Держстандарт України, 2000. – 83 с.