

# Коригування проекту Канівської ГАЕС з урахуванням сучасних вимог енергосистеми України та захисту споруд

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.023>

Вадим Галат  
ПРАТ «УКРГІДРОПРОЕКТ»,  
Харків, Україна  
e-mail [gallat.vadim@gmail.com](mailto:gallat.vadim@gmail.com)

Вадим Крайник  
ПРАТ «УКРГІДРОПРОЕКТ»,  
Харків, Україна  
e-mail [kvya09@ukr.net](mailto:kvya09@ukr.net)

**Анотація** – у статті викладено обґрунтування необхідності коригування проекту Канівської ГАЕС та основні напрямки цієї роботи. Розглянуті варіанти вибору основного гідросилового обладнання та захисту об'єкту від силового впливу

**Ключові слова** – енергосистема, гідрогенератор, ГКЗ, СГ, АСГ

## I. ВСТУП

Ідея будівництва Канівської ГАЕС виникла в кінці 90-х років минулого століття на підставі необхідності забезпечувати регулюючі потужності для значно зростаючих на той час обсягів генерації енергоблоків атомних станцій. Відповідно загальна потужність Канівської ГАЕС на той час становила 3600 МВт.

Значні зміни в структурі генерації, споживання і власне самій енергосистемі незалежної України в 90-х роках та на початку 2000 року потребували зміни основних параметрів Канівської ГАЕС.

З урахуванням цього, розробленим та затвердженим у 2013 р. проектом передбачено будівництво Канівської ГАЕС встановленою потужністю 1000 МВт у турбінному режимі та встановленням чотирьох оборотних гідроагрегатів по 250 МВт [1].

З часу розробки та затвердження проекту Будівництво Канівської ГАЕС значно змінилася структура генеруючих потужностей та енергоспоживання в енергосистемі України. Дедалі збільшується частка в обсягах генерації від сонячних та вітрових електростанцій, які також потребують більшої участі гідроагрегатів з більш широким діапазоном регулювання потужності в енергосистемі.

Під час великомасштабної війни росії проти України, розпочатої в лютому 2022 р., енергосистема зазнала значних змін як у генерації електричних потужностей, так і в їхньому споживанні. Спостерігається значне зниження цих показників. Насамперед головну роль тут відіграло руйнування

як енергетичних підприємств і мереж, так і великих енергоспоживаючих підприємств. Велику роль відіграло відчуження від Єдиної Енергосистеми України Запорізької АЕС. На сьогоднішній день є гостра потреба не тільки в регулюючих потужностях гідроелектростанцій, а й у створенні достатньої кількості генеруючих потужностей з можливістю глибшого їх регулювання. У післявоєнний період на Україну чекає час відновлення енергопідприємств та мереж, з будівництвом нових джерел вироблення електроенергії. Спираючись на майбутнє приєднання України до Євросоюзу і, відповідно, приєднання до Єдиної Європейської енергосистеми, необхідно вже зараз на перспективних об'єктах енергетики України передбачати шляхи інтеграції. На сьогоднішній день і на найближче майбутнє найбільш стабільним та ємним джерелом регульованої потужності є гідроенергетика.

## II. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Заданням на коригування проекту Будівництва Канівської ГАЕС передбачається вирішення двох основних проблем:

1. Забезпечення широких можливостей регулювання частоти та потужності в енергосистемі України з урахуванням значного збільшення частки сонячної та вітрової генерації.
2. Забезпечення захисту критичного обладнання та споруд від ракетних атак.

На сьогоднішній день з урахуванням сучасних розробок провідних на міжнародному рівні енергомашинобудівних підприємств для розширення можливостей маневрування потужностями гідроакумуляуючих станцій у насосному режимі застосовуються такі способи:

- установка гідроагрегатів різної потужності для можливості ширшого, але лінійного покриття графіка профіциту потужності

- розширення зони роботи гідромашини в насосному режимі шляхом зміни швидкості її

обертання та відповідної споживаної потужності. Це досягається

шляхом застосування асинхронних двигунів-генераторів у поєднанні з конверторами щодо зміни частоти обертання або застосування синхронних генераторів-двигунів потужністю до 120 МВт із застосуванням повнопривідних конверторів

- використання так званого гідравлічного короткого замикання (ГКЗ), суть якого полягає в одночасному використанні двох оборотних машин у турбінному та насосному режимах

На Канівській ГАЕС із створеними напорами 80-115 м встановлюються оборотні гідроагрегати радіально-осьового типу (турбіни Френсіса). Відповідно до специфіки конструкції та відповідно до міжнародного стандарту на конструювання гідротурбін, турбіни Френсіса можуть працювати в діапазоні від 60% до 100% номінальної потужності при будь-якому напорі в зоні роботи. Сучасні розробки провідних світових виробників гідротурбін досягли розширення цієї зони до 40-100% в турбінному режимі. Однак, щоб отримати очікуване енергосистемою зниження одиничної потужності агрегатів слід зменшити їхню номінальну потужність.

Для визначення рекомендованих для подальшого розгляду варіантів одиничної потужності та типу двигуна-генератора було розглянуто наступні варіанти, включно з базовим затвердженого проекту, дивитись таблицю 1.

ТАБЛИЦЯ 1. Експертне порівняння варіантів.

| Канівська ГАЕС потужністю 1000/1040 МВт. Експертне порівняння варіантів |                                                                   |                                                                 |                                                                                           |                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Регулювання потужності ГАЕС (1000/1040 – 100%)                          | Варіант 1.<br>4 агрегати по 250 МВт<br>Постійна частота обертання | Варіант 2.<br>4 агрегати по 250 МВт<br>Змінна частота обертання | Варіант 3.<br>4 агрегати по 200 МВт + 2 агрегати по 100 МВт<br>Постійна частота обертання | Варіант 4.<br>6 агрегатів по 166,7 МВт, із них:<br>4 – постійна частота обертання;<br>2 – змінна частота обертання |
| Регулювання потужності в турбінному режимі                              |                                                                   |                                                                 |                                                                                           |                                                                                                                    |
| Регулювання потужності в насосному режимі                               |                                                                   |                                                                 |                                                                                           |                                                                                                                    |
| Відносна вартість агрегатів                                             | 4 x 100%                                                          | 4 x 140%                                                        | 4 x 90% + 2 x 80%                                                                         | 4 x 85% + 2 x 119%                                                                                                 |
| Сумарна відносна вартість агрегатів ГАЕС                                | 400%                                                              | 560%                                                            | 520%                                                                                      | 574%                                                                                                               |

Оскільки інформація по роботі енергосистеми України в воєнний час є закритою, буди проаналізовані ймовірні режими роботи і прогнози баланси гідроенергетичних об'єктів ПрАТ «Укргідроенерго» при різних сценаріях розвитку ОЕС України

З урахуванням результатів проведеного аналізу та попередніх розрахунків по покриттю графіка навантажень розглядаються 3 варіанти гідросилового обладнання ГАЕС:

1. Варіант 1 – установка 4-х насос-турбін із синхронними генераторами (СГ) потужністю по 250 МВт – варіант проекту, що підлягає коригуванню. При роботі з СГ у турбінному режимі можливе регулювання потужності з 40 до 100%, у насосному режимі регулювання потужності не можливе

2. Варіант 2 - установка 2-х насос-турбін з СГ потужністю по 200 МВт, 2-х насос-турбін з асинхронними генераторами (АСГ) потужністю по 200 МВт та 2-х насос-турбін з СГ потужністю по 100 МВт. Можливість роботи всіх агрегатів станції у режимі ГКЗ не передбачається. Під час роботи з АСГ у турбінному режимі можливе регулювання потужності з 30 до 100%, у насосному режимі – з 60 до 100%.

3. Варіант 3 - установка 6-и насос-турбін із СГ потужністю по 167 МВт. У цьому варіанті передбачається можливість роботи всіх агрегатів станції в режимі ГКЗ

Слід зазначити, що на етапі коригування проекту Будівництва Канівської ГАЕС будуть виконані більш детальні обґрунтування вибору типу та одиничної потужності ГАЕС.

Важливим елементом коригування проекту є збільшення обсягу верхньої водойми ГАЕС. Метою такого коригування є підвищення ефективності роботи ГАЕС за рахунок збільшення годин роботи в генераторному і насосному режимах і ,відповідно, розширення послуг на ринку електричної енергії і потужності (допоміжних послуг). Оскільки основні параметри Канівської ГАЕС вже є затвердженими, загальний обсяг збільшення верхньої водойми не може перевищувати 10 млн. м3. Розширення площі верхньої водойми не призведе до зниження або пошкодження наявних в районі будівництва археологічних пам'яток.

Для забезпечення захисту від силового впливу передбачено розміщення будівлі під суцільним

ґрунтовим насипом. У верхній зоні насипу над будівлею ГАЕС передбачено влаштування так званого “тюфяка” — суцільної бетонної плити, призначеної для приймання безпосередньо вибуху боєприпасу, енергія якого має затухати при проходженні шару з ущільненого ґрунту. З боку НБ будівля ГАЕС захищає пазуха з залізобетонними стінами з заповненням ґрунтом. Також захисним шаром ґрунту закриваються напірні водоводи. В цілому, концепція конструктивних та компонувальних рішень по всім спорудам Канівської ГАЕС передбачає захист обладнання та персоналу станції з можливістю продовження роботи під час повітряних тривог.

### III. ВИСНОВКИ

Коригування проекту Будівництва Канівської ГАЕС відповідає сучасним вимогам енергосистеми України та заходам по забезпеченню захисту обладнання і споруд від силового впливу. Коригування проекту призведе до значного покращення загальних характеристик ГАЕС та дозволить більш ефективно працювати на енергетичному ринку України.

Зазначені конструктивні та архітектурні зміни в цілому позитивно вплинуть на збереження ландшафту Канівських гір та забезпечать більш гармонійне співіснування високотехнологічної енергетичної споруди та навколишнього середовища.

#### Література

[1] Будівництво Канівської ГАЕС. Проект