



СУБОТА В.Й., директор¹
ЖУК А.П., головний інженер¹
ГАЛАТ В.В., технічний директор ПАТ "Укргідропроект",
КИРИЛОВИЧ А.В., інж. ВТВ¹

¹Філія "Дирекція з будівництва Дністровської ГАЕС" ПрАТ "Укргідроенерго".

ПУСК ГІДРОАГРЕГАТУ №4 ФІЛІЇ "ДИРЕКЦІЯ З БУДІВНИЦТВА ДНІСТРОВСЬКОЇ ГАЕС" ПРАТ "УКРГІДРОЕНЕРГО" В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

Розглянуто питання доцільності будівництва ГА №4 Дністровської ГАЕС, а також роль Дністровської ГАЕС у покращенні структури потужності та режимів роботи електростанції в ОЕС України.

Ключові слова: гідроакмулююча електростанція, маневрена потужність, перспектива розвитку гідроенергетики України, функції Дністровської ГАЕС, режими роботи ГАЕС.

Сучасний стан ОЕС. Протягом сталого періоду в ОЕС України набули стабільного характеру проблеми регулювання графіка навантажень, які особливо загострились в останні роки зі збільшенням частки базисних АЕС, в забезпеченні потужностей та виведенням з графіка покриття блочних ТЕС, що працюють в змінних режимах.

В умовах дефіциту маневрених потужностей в ОЕС в зимовий період проходження максимальних навантажень мають місце зупинки 10–12 блоків ТЕС на період нічного зниження навантаження.

Покращення структури потужності та режимів роботи електростанцій в ОЕС України передбачається за рахунок будівництва ГАЕС для роботи в піковій зоні споживання та в зоні провалу навантаження.

Наразі, окрім Київської ГАЕС, введено 2 блоки по 150 МВт на Ташлицькій ГАЕС, а також 3 блоки потужністю по 324 МВт на Дністровській ГАЕС. Введення в дію зазначених агрегатів дозволило зменшити кількість пусків енергоблоків ТЕС у вечірній максимум навантаження.

Слід зазначити, що геополітичне розташування України між енергооб'єднаннями Західної Європи та ЄЕС Росії, а також наявність потужних електричних мереж забезпечує паралельну роботу з цими енергосистемами і, як наслідок, взаємну зацікавленість сторін в режимних енергетичних обмінах. Враховуючи це, надлишок маневреної потужності, який може мати місце в ОЕС України в окремий період, може бути переданий в суміжні енергооб'єднання за умови більш високої вартості пікових потужностей.

Окрім регулювання графіка споживання ОЕСУ, ГАЕС виконують також функцію регулювання частоти та обміну потужностей. Наявність в енергосистемі швидкодіючого резерву потужності сприяє якісному підвищенню надійної роботи ОЕС України.

Структура генеруючих джерел. Встановлена потужність електростанцій ОЕС України у поточний час складає 53,3 млн. кВт, у тому числі 30,4 млн. кВт — ТЕС на органічному паливі,

13,8 млн. кВт — АЕС, 5,5 млн. кВт — ГЕС—ГАЕС, інші 3,6 млн. кВт.

При цьому:

- в структурі генеруючих потужностей частина високоманеврених потужностей (ГЕС—ГАЕС) складає величину 9,6%, при необхідній величині 15–20%;

- частина АЕС, яка працює в базисному режимі, з участю в покритті навантаження ОЕС складає до 50%;

- газомазутні блоки 300–800 МВт, які мають високий регульований діапазон (50%), в останні роки не експлуатуються в зв'язку з великою вартістю даного виду палива;

- регульований діапазон блоків на вугіллі складає до 20% (при можливих 30–35%) з умов їх фізичного зносу та низької якості палива, а також із зниженням видобутку вугілля на Донбасі.

В цих умовах, для забезпечення регулювання потужності та проходження нічних провалів у зимовий період максимальних навантажень, зупиняється щодня до 10–14 блоків 150–200 МВт, а також блоків 300 МВт, що, в свою чергу, призводить до їх підвищеного зносу та перевитрати палива.

Основними проблемами експлуатації блочних ТЕС являються:

- значний фізичний знос, який збільшується за рахунок необхідності роботи у режимах з щоденними зупинками з різкими змінами на період нічного зниження потужності через низьку питому вагу маневрених електростанцій (ГЕС—ГАЕС);

- обмеження потужності і маневреності через дефіцит ресурсів газу і мазуту, які мають високу вартість, та низьку якість вугілля.

Введення в експлуатацію двох гідроагрегатів Ташлицької ГАЕС, а також трьох гідроагрегатів Дністровської ГАЕС вже дозволило знизити як кількість зупинок блоків ТЕС на ніч, так і включень у вечірній пік.

Поліпшення структури потужності та режимів роботи електростанцій при дефіциті газу та мазуту можливо завдяки введенню високоманевреної потужності ГЕС—ГАЕС, а також споживачів-регуляторів, котрі споживають електроенергію у нічний час.



У відповідності з виконаними проробками у перспективний період зберігається провідна роль ТЕС на органічному паливі та АЕС в енергобалансах ОЕС України. Збереження існуючої потужності ТЕС та АЕС планується забезпечити за рахунок проведення реконструкції вказаних станцій з метою забезпечення надійності їх роботи та продовження терміну служби.

Окрім цього, планується введення нових потужностей ТЕС на органічному паливі і подальше нарощування потужності АЕС, подальший розвиток ГАЕС за рахунок доведення до проектно потужності Ташлицької ГАЕС (Нуст=960 МВт), введення другої черги у складі чотирьох гідроагрегатів по 324 МВт на Дністровській ГАЕС та будівництва Канівської ГАЕС. Поряд з цим в Енергооб'єднанні планується введення малих ГЕС, в основному у західній частині України, а також розвиток нетрадиційних джерел (ВЕС і СЕС).

Перспективи розвитку енергетики України.

Основні напрямки розвитку ОЕС України та окремих енергосистем розроблені в "Стратегії розвитку ОЕС України на період до 2030 р.", затвердженій Мінпаливенерго України в 2006 році та "Схеми розвитку ОЕС України на період до 2020 р. з перспективою до 2015 р.", виконаної інститутом "Укренергомережпроект" та затвердженої НЕК "Укренерго" в 2007 – 2008 рр.

Доцільність введення і режими роботи Дністровської ГАЕС. Під час роботи ГАЕС в енергосистемі складається оптимальна структура потужності та забезпечуються раціональні режими роботи АЕС і ТЕС, скорочуються щодобові зупинки блоків ТЕС, регулюються та підтримуються на належному рівні частота та напруга в ОЕСУ, а також з'являється швидкодіючий аварійний резерв потужності.

Також передбачається робота агрегатів Дністровської ГАЕС в режимі синхронних компенсаторів.

Введення в експлуатацію Дністровської ГАЕС дозволить зробити суттєвий внесок в поліпшення існуючої в ОЕС України ситуації, коли багато електростанцій застаріли та створюють проблеми під час експлуатації, мають низьку надійність та здатність виконувати функції маневрування.

Системні вимоги до режимів роботи Дністровської ГАЕС визначаються на підставі покриття змінної частини графіка навантаження за характерні періоди 2015–2020 рр.

Аналізуючи нинішній стан та перспективи розвитку ОЕС України передбачається, що Дністровська ГАЕС буде виконувати наступні функції в енергосистемі:

- покривати пікову частину графіка навантажень;
- зменшувати провали навантажень в нічні години, одночасно поліпшуючи режими роботи теплових та атомних електростанцій;

- регулювати потужність, навантаження та міжсистемні перетоки;

- виробляти та споживати реактивну потужність, регулювати напругу в мережі.

Деякі переваги ГАЕС, як підвищення стійкості енергосистеми, носять більш якісний характер, ніж кількісний та їх важко оцінювати в грошовому сенсі:

- оперативний резерв для регулювання навантаження, що поліпшує регулювання частоти;

- експлуатація в режимі синхронного компенсатора;

- різка зміна навантаження та можливість більш швидкого, порівняно з ТЕС, набору та зменшення навантаження, що робить ГАЕС функціонально придатною для регулювання частоти в енергосистемі;

- зменшення необхідності в пристроях захисту, які використовуються для регулювання коливань частоти;

- подовження терміну використання та зниження експлуатаційних витрат на електричне та механічне обладнання.

Загальні відомості про Дністровську ГАЕС.

Дністровський каскад ГЕС і ГАЕС розташований на р. Дністер на південному заході України, приблизно в 400 км від Києва, недалеко від границі з Молдовою. До складу каскаду входять:

- Дністровська ГЕС-1 – діюча;

- Дністровська ГЕС-2 – діюча;

- Дністровська ГАЕС (ДГАЕС), перший гідроагрегат якої прийнято у дослідно-промислову експлуатацію у грудні 2009 р., другий гідроагрегат – у 2014 р., третій гідроагрегат – у 2016 р.

Дністровська ГЕС-1, встановленою потужністю 702 МВт, складається з 6 агрегатів потужністю по 117 МВт кожний.

Дністровська ГЕС-2 встановленою потужністю 40,8 МВт розташована в 20 кілометрах нижче за течією від ГЕС-1 на границі між Україною й Молдовою. ГЕС-2 побудована для регулювання добових і тижневих витрат води у нижньому б'єфі Дністровської ГЕС-1. На ГЕС-2 встановлені 3 капсульні турбіни.

Споруджувана Дністровська ГАЕС встановленою потужністю 2268/2947 МВт (генераторний/насосний режими) складається із семи гідроагрегатів по 324/421 МВт кожний. На ГАЕС передбачені насоси-турбіни радіально-осьового типу.

Будівництво ГАЕС почалося в 1983 році. Дністровська ГАЕС запроектована для роботи в циклічному режимі, споживаючи надлишкову нічну енергію атомних і теплових станцій і видаючи пікову потужність у денний час.

Основні функції Дністровської ГАЕС – виконання аварійного резерву енергосистеми, регулювання частоти, регулювання графіка навантажень і перетоків в енергосистемі.



ГАЕС надійно вирішує проблему покриття змінних навантажень енергосистеми, оптимізує структуру потужностей, поліпшує режими роботи ТЕС скороченням їх щодобової зупинки, знижує перевитрати палива, виконує роль швидкодіючого аварійного й частотного резервів.

Будівництво Дністровської ГАЕС дозволить одержати ряд істотних переваг:

- можливість генерації дорогої й гостродефіцитної пікової енергії за рахунок дешевої нічної енергії;

- можливість заміни енергоблоків ТЕС, що беруть участь у регулюванні навантаження й не пристосованих для того, і, як наслідок, зниження витрат на їхню експлуатацію, у першу чергу на паливо й ремонти устаткування;

- можливість забезпечення нормальної роботи атомних електростанцій, зупинки й пуски яких пов'язані зі значними витратами коштів, більш високими, ніж експлуатаційні;

- можливість експлуатації в режимі синхронного компенсатора. У цей час корегування коефіцієнта потужності здійснюється за допомогою конденсаторів, установлених в енергосистемі;

- можливість вигідного продажу пікової електроенергії в суміжні енергосистеми при переході на паралельну роботу з ними.

Розташування Дністровської ГАЕС у цьому регіоні обумовлено винятковими можливостями використання буферного водосховища Дністровської ГЕС-2 як нижнього басейну ГАЕС і наявністю перепаду висот більше 150 м між рівнем нижнього водосховища й плато на правому березі, наявністю підприємств будівельної виробничої бази, доріг, комунікацій, а також колективу будівельників, що звільнився після закінчення будівництва ГЕС-1 і накопичив значний досвід будівництва великих енергетичних об'єктів.

Найближче до ГАЕС місто Новодністровськ (Чернівецька обл.) з населенням більше 15000 чоловік розташоване в 8 км від будмайданчика ГАЕС вище за течією р. Дністер. Закладено місто близько 35 років тому, для забезпечення житлом будівельників і персоналу ГЕС-1, а пізніше й ГЕС-2. На початку 80-х років ці будівельники були задіяні на будівництві ГАЕС.

У м. Новодністровськ ведуть автомобільні дороги з м. Чернівці, довжиною 150 км, з м. Вінниця — північно-західний напрям, довжиною близько 150 км, з м. Хмельницький — північно-західний напрям, довжиною близько 150 км.

Всі споруди Дністровського комплексу зв'язані існуючою автодорогою від Дністровської ГЕС-1 до ГЕС-2. Дорога з м. Новодністровська на ГЕС-2 проходить через греблю ГЕС-1 і далі уздовж лівого берега р. Дністер по українській території.

Найближчий морський порт є в м. Одеса. Найближчі міжнародні аеропорти у містах Чернівці та Вінниця.

У цілому, існуюча інфраструктура є достатньою для будівництва ГАЕС і не вимагає розширення.

Проект Дністровської ГАЕС був розроблений Українським проектно-вишукувальним і науково-дослідним інститутом "Укргідропроєкт" в 1984 році, погоджений Урядом України (постанова № 24-1994/4 від 06.06.84 р.), Урядом Молдови (постанова № 1034-765 від 15.04.85 р.). Міністерством водного господарства СРСР (рішення №14-1001-104 від 21.02.86 р.) і затверджений Міненерго СРСР (наказ № 11-пс від 15.01.88 р.) з наступним перезатвердженням Міненерго України (наказ № 1-пс від 16.08.93 р.) з показниками наведеними в Табл. 1:

При плановій потужності 2268/2947 МВт Дністровська ГАЕС є самою великою у Європі серед споруджуваних у цей час ГАЕС подібного типу.

Схема приєднання ГАЕС до енергосистеми:

- приєднання трьох перших агрегатів ГАЕС виконано на напрузі 330 кВ;

- за попередніми планами: ГД-4 також на напрузі 330 кВ, а ГД-5,6,7 — на напрузі 750 кВ.

Інститутом Укргідропроєкт розглядалося 9 варіантів розміщення розподільчого пристрою 750 кВ на пристанційному майданчику. За умовами компоновки високовольтного обладнання розподільчий пристрій розмістити на пристанційному майданчику неможливо. Проробляється варіант розміщення системної ПС 750—330 кВ в районі населених пунктів: Лучинець, Плоске, Конатківці та Івашківці Вінницької області. Майданчик підстанції знаходиться на відстані 35—40 км від Дністровської ГАЕС.

Для видачі потужності ГА №1—4 Дністровської ГАЕС планується будівництво ПЛ 330 кВ Дністровська ГАЕС — ПС 750/330 Вінницька.

Обґрунтування доцільності вводу ГА-4. Гідроагрегати № 1—3 в перший період експлуа-

Таблиця 1. Основні показники Дністровської ГАЕС

Найменування	Одиниці виміру	Величини
1. Потужність електрична встановлена:		
- у генераторному режимі	МВт	2268
- у насосному режимі	МВт	2947
2. Річний виробіток електроенергії (тривалість роботи 4 години на добу)	млн. кВт.год	2720
3. Річні витрати електроенергії на заряд (тривалість роботи 4,4 години на добу)	млн. кВт. год	3609
4. Склад основного устаткування:		
- насос-турбіна типу ОРО 170-В-730	шт	7
- гідрогенератор-двигун СВО-1250/260-40 УХЛ 4	шт	7
5. Нормальний підпірний рівень ГАЕС:		
- верхнього басейну	м	229,5
- нижнього басейну	м	77,1
6. Об'єм:		
- верхнього басейну повний	млн. м ³	38,8
корисний	млн. м ³	32,7
- нижнього басейну повний	млн. м ³	70,1
корисний	млн. м ³	60

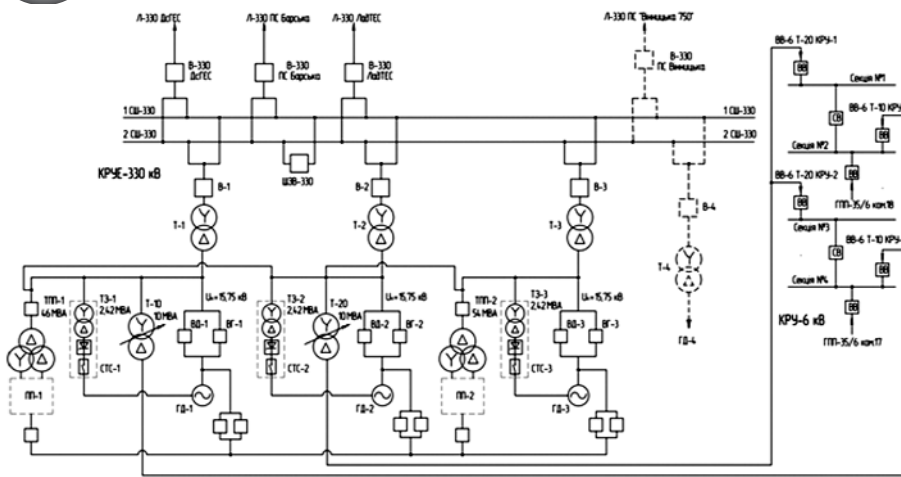


Рис. 1. Схема підключення ГД-4 Дністровської ГАЕС до комірки КРУЕ-330 кВ

тації потребують їх систематичної ревізії (проведення досліджень), а також зупинок на удосконалення та ремонт. Дослідні роботи передбачається проводити як в процесі роботи станції, так і при послідовній зупинці гідроагрегатів. В цих умовах з трьох введених в експлуатацію гідроагрегатів у роботі може бути тільки два.

В зв'язку з вищевикладеним, враховуючи потреби енергосистеми та з ціллю забезпечення можливості постійної роботи Дністровської ГАЕС з трьома агрегатами, рекомендується ввести ГА №4 в якості резерву, який буде включатись у роботу при зупинці на ремонт (дослідження) одного з трьох гідроагрегатів. Окрім того, враховуючи появу можливості збільшення пропускної спроможності ПЛ 330 кВ, в міжремонтний період забезпечується одночасна робота чотирьох гідроагрегатів Дністровської ГАЕС сумарною встановленою потужністю 1296 МВт.

В уточненому проекті першої черги у складі трьох агрегатів (див. 732-1-Т37 розд. 5.5, 5.6 2015 р.) обґрунтовано експлуатацію трьох агрегатів на нижньому водосховищі повної проектної готовності з НПР +77,100 м. При цьому ГАЕС має можливість працювати одночасно з чотирма агрегатами.

Враховуючи можливість видачі електроенергії через резервну комірку КРУЕ-330 кВ по існуючих мережах 330 кВ (Рис.1), ввід ГД-4 можливий в найкоротший термін на відміну від нового будівництва будь якого іншого пікового енергогенеруючого об'єкта.

Висновки. Враховуючи потреби енергосистеми та з ціллю забезпечення можливості постійної роботи Дністровської ГАЕС з трьома агрегатами, рекомендується ввести ГА №4 в якості резерву, який буде включатись у роботу при зупинці на ремонт (дослідження) одного з трьох гідроагрегатів. Окрім того, враховуючи можливість видачі електроенергії через резервну комірку КРУЕ-330 кВ по існуючих мережах 330 кВ ввід ГД-4, в міжре-

монтний період забезпечується одночасна робота чотирьох гідроагрегатів Дністровської ГАЕС сумарною встановленою потужністю 1296 МВт.

Річний прибуток при роботі 3-х агрегатів становить 4,005 млрд. грн., а прибуток при роботі 4-х агрегатів після завершення будівництва гідроагрегату №4 становить 5,539 млрд. грн., тобто приріст прибутку тільки протягом одного року становить 1,533 млрд. грн. або 38 %.

Отримані результати розрахунків економічного обґрунтування підтверджують високу стійкість проекту до коливань факторів ризику та засвідчують абсолютну ефективність завершення будівництва гідроагрегату № 4.

Також маючи збільшену потужність Дністровської ГАЕС для регулювання графіка навантажень і перетікань в енергосистемі, регулювання частоти, виконання аварійного резерву, додатково отримується економія палива для ТЕС за рахунок більш оптимальних режимів роботи енергоблоків ТЕС, а також значна економія природного газу за рахунок зменшення пусків енергоблоків ТЕС, що беруть участь в добовому регулюванні енергоспоживання.

Будівництво четвертого гідроагрегату Дністровської ГАЕС дозволить знизити споживання енергоресурсів на 1 млн. т вугілля і 250 мільйонів кубометрів газу на рік.

В цілому завершення будівництва гідроагрегату №4 Дністровської ГАЕС дозволить отримати значний економічний ефект, зменшити витрати палива на ТЕС та підвищити надійність роботи Об'єднаної Енергосистеми України.

ЛІТЕРАТУРА.

1. *Галат В.В.* Обґрунтування доцільності вводу четвертого гідроагрегату. Проект. 732-1-Т41 / В.В. Галат, В.Я. Крайник – Харків, ПАТ "Укргідропроєкт", 2015 – 37с.
2. *Заходи ПЛ 330 кВ Дністровська ГЕС – Ладизинська ТЕС та Дністровську ГАЕС.* Уточнення електричних розрахунків поточкорозподілу. Розрахунки статичної та динамічної стійкості енергоблоків, розробка структури протиаварійної автоматики. Релейний захист мережі 330 кВ / ДПВ НДІ "Укренергомережпроект" – Харків, 2006р.
3. *Зимовець Л.М.* Схема перспективного розвитку Південно-Західної ЕС на період до 2015 року з перспективою до 2020 року. 1024-172-Т3.1 / Л.М. Зимовець, С.П. Пузик, М.Л. Ступницька, та інші – ПЗЕС, 2009 – 392с.
4. *Схема розвитку електричних мереж ОЕС України у зв'язку з введенням в роботу енергоблоків №3 і №4 Хмельницької АЕС / ДПВ НДІ "Укренергомережпроект" - Харків, 2010 – 78с.*