



ДНІСТРОВСЬКА ГАЕС – ОДНА З НАЙБІЛЬШИХ У СВІТІ ГІДРОАКУМУЛЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Стратегія розвитку енергетичної галузі України до 2030 р. передбачає впровадження в експлуатацію повного комплексу Дністровських гідроелектростанцій. З 40-х років минулого століття велись вишукувальні роботи на дністровських схилах по вибору ефективних енергетичних створів для прив'язки каскаду гідроелектростанцій. Прийняття рішення ускладнювалось тим, що р. Дністер, протяжністю 1362 км. та перепадом висот 875 метрів, за рахунок каньйонно – гірської місцевості та багато-чисельності приток, має вкрай нерівномірний стік протягом року з гострими літніми та весняними повеннями, викликаними у тому числі заторовими явищами, що приносили чималі збитки господарству держави і населенню басейну. Оптимальним визнано розташування Дністровського Каскаду ГЕС і ГАЕС на Буковинській землі, біля кордону між Чернівецькою, Вінницькою та Хмельницькою областями. Розташування Дністровської ГАЕС у цьому регіоні обумовлено винятковими можливостями використання буферного водоймища Дністровської ГЕС-1 як нижнього басейну ГАЕС і наявністю перепаду висот порядку 150 м між рівнем нижнього водоймища й плато на правому березі, наявністю підприємств будівельної виробничої бази, доріг, комунікацій, кар'єрів, а також колективу будівельників, що звільнився після закінчення будівництва ГЕС-1 та ГЕС-2 і нагромадив значний досвід будівництва великих енергетичних об'єктів.

Виважене рішення, крім найефективніших гідроенергетичних характеристик, дало поштовх в промислового розвитку обумовлених регіонів, включаючи і серйозні капіталовкладення в соціальну сферу.

Первістком гідроенергетики України на р. Дністер стала Дністровська ГЕС-1 з встановленою потужністю 702 МВт, введена в 1983 р.

20 км нижче за течією р. Дністра розташована Дністровська ГЕС-2 з встановленою потужністю 40,8 МВт, введена в 2002 р.

Будівництво Дністровської ГЕС-1 та Дністровської ГЕС-2 стало підготовчим етапом до будівництва найпотужнішої в Європі – Дністровської гідроакумуючої електростанції з встановленою потужністю в генераторному режимі 2268 МВт, в насосному 2947 МВт, в складі семи гідроагрегатів по 324/421 МВт кожний. Станом на сьогоднішній день введено в промислову експлуатацію два унікальних гідроагрегати та продовжується будівництво третього гідроагрегату, пус-

кові операції по якому плануємо розпочати в грудні поточного року.

Дністровська ГАЕС це унікальний витвір інженерної науки де сконцентровано надпотужне вітчизняне обладнання та обладнання світових лідерів гідроенергетики. Безпечні умови праці, необхідність серйозної фахової підготовки персоналу закладені ще на етапі проектування, а саме:

- при розробці конструкції машинного залу виникла необхідність будівництва заглиблених споруд агрегатної зони без порушення загальної стійкості Дністровського схилу та його природного стану, у якому розташовуються основні будівлі. Застосування методу опускного бетонування, використання найбільших у світі опускних залізобетонних колодязів допомогли звести саму ГАЕС без влаштування спільного для всіх гідроагрегатів котловану. Це призвело також і до зменшення вартості будівництва та зберегло природі схили р. Дністер. Крім того залізобетонні шахти глибиною 70 м. являються своєрідним свайним полем, що значно поліпшує сейсмічну стійкість об'єкта;

- у проекті нижньої водойми передбачений комплекс штучних захисних споруд вздовж русла р. Дністер довжиною близько 100 км (нарощування висоти берегів) з насосними станціями та системою дренажів, що дало можливість не відсилати населені пункти та не затоплювати родючі землі;

- у проекті верхньої водойми Дністровської ГАЕС вперше в гідроенергетиці України передбачено влаштування комбінованого екрана дна, що значно підвищило стійкість, надійність та безпеку споруд верхньої водойми та довколишніх крутосхилів;

- на станції вперше на теренах колишнього СРСР змонтовано та введено у дію комплектний елегазовий розподільчий пристрій напругою 330 кВ., що експлуатується повністю автоматично, без чергування оперативного персоналу;

- при розробці проекту надпотужного (324 МВт в генераторному режимі та 421 МВт в насосному режимі) зворотнього, одношвидкісного гідрогенератора-двигуна використано повітряне охолодження, яке зазвичай для подібного типу машин є водяним, що значно спростило та здешевило як саме обладнання, так і витрати на його експлуатацію;

- на станції запроваджено найсучасніші системи мікропроцесорного захисту, контролю, діагностики та управління обладнанням пускових комплексів ГД № 1 та ГД № 2, що дало змогу значно збільшити міжремонтні періоди експлуатації всього обладнання;



- вперше на гідроенергетичних об'єктах України введено в експлуатацію проектну унікальну систему раннього виявлення та оповіщення населення про надзвичайні ситуації;

Спорудження такого об'єкта підтверджує спроможність України виготовлювати таке унікальне обладнання, монтувати його та вводити в експлуатацію. Для створення безпечних умов експлуатації, підтримання в безпечному стані гідротехнічних споруд та обладнання необхідний науковий супровід. І він є, як на етапі проектування, так на етапі будівництва та експлуатації залучаються провідні наукові колективи.

Визнаними стали наукові досягнення пробних пусків ГД1, а саме: перший гідроагрегат пущений 21 грудня 2008 року внаслідок проведення унікального експерименту — пуску у режимі синхронного компенсатора від 6-го гідроагрегату Дністровської ГЕС-1 по лінії електропередач — 330 кіловольт довжиною близько 20 км., методом "спина до спини" з подвійним трансформуванням та синхронізацією режиму замірів за допомогою супутникового обладнання.

Інструментом культури виробництва є серйозна інженерна підготовка будівельних, монтажних, налагоджувальних та експлуатаційних робіт, що потребує заздалегідь розробки сіткових графіків, проектів виконання робіт, програм налаштування та опробування. Результатом правильно сформованих етапів роботи та їх своєчасне втілення стало отримання об'єктом 22 грудня 2010 р. сертифіката відповідності на промислову експлуатацію ГД-1, а 25 грудня 2014 року ГД-2.

Гідроагрегати Дністровської ГАЕС — це гідроаккумулятори, які за рахунок нічного над-

лишку електроенергії перекачують воду з нижнього водоймища у верхнє, а потім в години найбільшого енергоспоживання скидають її на турбіни, виробляючи електроенергію і подаючи її в загальну енергомережу України.

Використовуючи електроенергію з об'єднаної енергосистеми ГАЕС повертає усього близько 70—75 %, а 25—30 %, електроенергії втрачається.

Економічну доцільність ГАЕС намагаються обґрунтувати різницею тарифів на електроенергію, що діють вночі та протягом дня, яка виникає внаслідок зниження попиту вночі. Крім покриття піку навантажень попиту в енергосистемі, ГАЕС виконують роль аварійного резерву. Загальносистемний ефект на один гідроагрегат потужністю 324 МВт становить в середньому 46 млн. дол. США на рік за рахунок скорочення спалювання газу, мазуту і вугілля на теплоелектростанціях.

Комплекс споруд ГАЕС розташовується на великій території, що характеризується розмаїтістю ландшафту місцевості.

Верхня водойма й водоприймач запроектовані на плато вище рівня Дністра на 150 м. Будівля ГАЕС і пристанційні споруди розташовані у підніжжя Дністровського схилу. Всі споруди Дністровського комплексу сполучені існуючою автодорогою від Дністровської ГЕС-1 до ГЕС-2.

До складу Дністровської ГАЕС входять:

- верхня водойма;
- водоприймач;
- напірні підвідні водоводи;
- будівля ГАЕС;
- відвідні водоводи;
- водовипуск;
- водовідвідний канал;

- нижнє водосховище з комплексом захисних споруд.

Будівництво верхнього водоймища було розпочато ще 1985 року. Це одна із основних споруд Дністровського гідрокаскаду. Дамба верхнього водоймища має довжину 7,5 кілометрів, висоту 20—25 метрів. Під час її зведення підсипано майже 15 млн. кубометрів ґрунту. При будівництві верхньої водойми застосовувались новітні технології. Зважаючи на унікальність водойми, а також на високу сейсмічність регіону, на складну геологічну будову плато, що вміщає верхню водойму влаштовано комбінований екран — з природних та синтетичних матеріалів.





Позначка верхнього водоймища над рівнем моря у спорожненому виді становить 215,5 м, у наповненому — 229,5 м. Максимальна амплітуда коливань рівнів води у водоймищі під час роботи першого агрегату становить 14 метрів. Верхнє водоймище виконано в повному обсязі для можливості роботи семи гідроагрегатів.

Корисний обсяг водойми складає 32,7 мільйонів кубометрів води, що дозволить створити резерв пікової потужності обсягом 324 МВт на період до 31,8 годин при роботі 1-го гідроагрегату, обсягом 648 МВт до 13 годин при роботі 2-х гідроагрегатів, обсягом 972 МВт більше 6 годин трьома агрегатами першої черги станції, забезпечення маневреними потужностями загальним обсягом до 1,9 млн. кВт/годин на добу (при роботі 1 гідроагрегату) та 3,8 млн. кВт/годин на добу при роботі 2-х гідроагрегатів;

З метою забезпечення стійкості Дністровського і Сокирянського схилів і надійної експлуатації ГАЕС передбачені споруди інженерної підготовки схилів, що включають протизсувні, протиерозійні і дренажні заходи.

Дренажі дамб передбачені в основі насипу лівобережної і правобережної дамб в примиканні до аванкамери водоприймача, а також в основі насипу низового клину дамб по всій їх довжині.

Для збереження природної гідрогеологічної обстановки в основі верхньої водойми, забезпечення надійності роботи і стійкості природних схилів і всього комплексу споруд ГАЕС, перехоплення потоку фільтрації з верхньої водойми і природних водоносних горизонтів передбачено дренаж схилів, до складу споруд якого входять дренажні штольні верхнього і нижнього ярусів. Дренажна штольня верхнього ярусу (ВДШ) призначена для перехоплення води верхнього водоносного горизонту і запобігання виходу її на схили, а дренажна штольня нижнього ярусу (НДШ) — для перехоплення нижнього водоносного горизонту.

Водоприймач. Габарити водоприймача по напірному фронту 85,0 м, вздовж потоку — 64,7 м. Максимальна висота від підшови складає 35,25 м. Заглиблення водозабірних отворів під позначку рівня мертвого об'єму (РМО) складає 1,5 м.

На водоприймачі сім вхідних отворів напірних водоводів перекриваються двома експлуатаційними аварійно-ремонтними затворами і п'ятьма будівельними загородженнями. Крім того, один аварійно-ремонтний затвор є резервним і може бути встановлений у процесі експлуатації в іншій паз, якщо експлуатаційний аварійно-remo-



нтний затвор не може бути встановлений у процесі експлуатації в свій паз через його засміченість або несправність.

Для маневрування затворами водоприймача встановлено один козловий спеціальний кран в.п. $2 \times 180 + 5$ т.

Підвідні (напірні) водоводи — це сім окремо розташованих тунелів, що сполучають водоприймач з агрегатними шахтами, кожна нитка яких включає:

- компенсатор;
- вертикальний водовід висотою близько 100 м, діаметром 7,5 м, із сталезалізобетонним обробленням, включаючи верхнє коліно, вертикальну шахту та нижнє коліно;
- горизонтальна ділянка діаметром 7,5 м, завдовжки порядку 400 м, з яких 200 м із залізобетонним обробленням товщиною 400 мм, і 200 м із сталезалізобетонним обробленням.

З метою компактного розміщення на майданчику і для збереження природного стану гірських порід при виробництві гірничопродіницьких робіт, вертикальні шахти розташовані в шаховому порядку.

Будівля ГАЕС розташована біля підніжжя схилу правого берега р. Дністер. До кожного агрегату вода подається по тунельному напірному водоводу внутрішнім діаметром 7,5 м і відводиться за допомогою відвідного водовода внутрішнім діаметром 8,2 м.

Унікальним і вдалим рішенням є розміщення реверсивних гідроагрегатів в спеціально побудованих окремих шахтах діаметром 26 м і глибиною 50 м на відстані по осях 54,0 м один від одного. Таке компоновочне рішення, аналогів якому немає у світовій практиці гідротехнічного будівництва, дозволило мінімізувати вплив споруд ГАЕС на навколишнє середовище і забезпечити при цьому природний напружений стан масиву гірських порід, в якому розміщені ці споруди.



Спіральна камера турбіни сталезалізобетонна круглого перетину.

З боку верхнього б'єфу на позначці + 58,600 м проходить сполучна галерея, яка з'єднує шахти між собою пішохідним переходом.

Машинний зал і монтажний майданчик обслуговують два козлові крани вантажопідйомністю 125 + 10 т і 420 + 420 + 16 т, які переміщуються по залізобетонних підкранових балках. Передмонтажний майданчик, винесений за межі будівлі, обслуговує кран вантажопідйомністю 135 + 10 т та технологічним візком вантажопідйомністю 125 т.

Відвідні водоводи завдовжки 120–150 м і внутрішнім діаметром 8,2 м проходять під кутом 14° до горизонту в сильно тріщинуватих осадових породах горизонтальної шаруватості (аргілітах, алевролітах) і сполучаються з проточною частиною водовипуску за допомогою перехідних ділянок, що сполучають круглий перетин водоводів з прямокутними перетинами проточної частини водовипуску. Постійне облицювання виконується з монолітного залізобетону.

До відвідних водоводів примикає водовипуск, який включає сім водопропускних отворів, об'єднаних з боку нижнього б'єфу одним спорудженням залізобетонної конструкції. Кожен випускний отвір розділений проміжним биком на два прольоти. Прольоти перекриваються плоскими ремонтними затворами. Для запобігання попаданню в проточну частину сміття з відвідного каналу, в прольотах встановлюються сміттєзатримуючі решітки. Маневрування затворами і решітками виконується козовим краном вантажопідйомністю 2×63 + 5 т. На водовипуску встановлюються 4 ремонтних затвора і 10 будівельних загород. На встановлених будівельних загородженнях водовипуску для агрегатів № 2–7 виконані заходи, що включають фільтраційні протікання через ущільнення. Довжина водовипуску по фронту складає 182,0 м. ширина — 45 м, висота — 28,8 м.

Для сполучення споруджень водовипуску з нижнім (буферним) водосховищем влаштовується відвідний канал, середня довжина якого близько 300 м.

Одним з напрямків щодо забезпечення надійності, ефективності, оперативності контролю за станом гідротехнічних споруд (ГТС) Дністровської ГАЕС є створення автоматизованої системи контролю (АСК) для отримання достовірної інформації про стан ГТС за допомогою сучасних технічних засобів.

Призначенням АСК, що включає в себе комплекс технічних засобів і програмного забезпечення, є:

- автоматизований збір і обробка первинної інформації;

- введення, обробка, інтерпретація, аналіз і надання всіх результатів натурних контрольних спостережень (включаючи дані неавтоматизованих спостережень) шляхом застосування спеціальних комп'ютерних програм і технологій обробки інформації;

- оперативне надання необхідної інформації про стан ГТС Дністровської ГАЕС керівництву станції, каскаду і компанії, а також у відповідні служби та контролюючі інстанції.

АСК гідротехнічних споруд включає технічні, методичні, інформаційні та інші компоненти, які дозволяють їй здійснювати функції контролю ГТС, поточних оцінок, їх стану і видачі відповідних висновків і пропозицій.

Гідроагрегат. Вертикальний синхронний трифазний зворотний гідрогенератор-двигун типу СВО2-1255/255-40УХЛ4 спроектований і виготовлений на ДП завод "Електроважмаш"

Основною відмінною особливістю ГД-2 та ГД-3 від ГД-1 Дністровської ГАЕС є складання осердя статора і монтаж обмотки в нероз'ємне кільце безпосередньо на монтажному майданчику ГАЕС.

Статор Дністровської ГАЕС, як і увесь гідроагрегат є унікальним складальним вузлом, в якому використані сучасні конструктивні і технологічні матеріали, а також спеціальні технологічні складальні операції, що раніше не застосовувалися у вітчизняному гідрогенераторобудуванні.

До таких операцій слід віднести наступні:

- складання осердя статора заввишки 2,55 м та внутрішнім діаметром 11,5 м в нероз'ємне кільце;

- попередня розтяжка зібраного осердя статора за допомогою спеціальних пристосувань, приварку призм статора до полиць в задалегідь натягнутому стані через вікна із зовнішнього боку корпусу;

- заклиновка обмотки статора в пазах з використанням хвилястих ущільнюючих прокладок типу Vetronite;

- запічка обмотки статора на монтажному майданчику ГАЕС за допомогою рівномірно розташованих на зовнішній стороні корпусу статора електрокалориферів і поданням постійного струму в задалегідь сполучені послідовно паралельні гілки обмотки статора.

При шихтовці осердя в нероз'ємне кільце, у зв'язку з відсутністю стикових зон, забезпечується максимальна монолітність і надійність осердя статора, а виконання запічки обмотки статора цілком дозволяє уникнути застосування різних за своїми властивостями ізоляційних матеріалів для основної частини обмотки і стикової зони.