

УДК 627.85(477)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.83.868

ЕВОЛЮЦІЯ ЗВЕДЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАСКАДУ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА РІЧЦІ ДНІПРО

САВИЦЬКИЙ М. В.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
ОГДАНСЬКИЙ І. Ф.^{2*}, *канд. техн. наук, доц.*,
САВИЦЬКИЙ О. М.³, *канд. техн. наук, директор*,
ОГДАНСЬКИЙ К. М.⁴, *канд. екон. наук, доц.*

¹ Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 320-33-08, e-mail: ms@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

^{2*} Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (097) 234-88-83, e-mail: ivan.ogdanskyy@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8033-2707

³ Приватне будівельно-монтажне підприємство «Строитель-П», вул. Будівельників, 45А, 49089, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 919-05-87

⁴ Кафедра економіки та соціально-трудових відносин, Університет митної справи та фінансів, вул. Вернадського, 2/4, 49000, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 306-75-69, e-mail: ogdankn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8126-4977

Анотація. *Постановка проблеми.* ГЕС – це електростанція, що завдяки напору води, який надходить на лопаті гідротурбіни і таким чином приводить в дію генератори, виробляє електроенергію. Для роботи гідроелектростанції потрібен перепад висоти руслу річки. Щоб його створити, будують греблю, що також слугує водосховищем та дає змогу працювати ГЕС у будь-який час. В результаті вода падає з висоти, потрапляє на лопаті турбіни і змушує їх крутитися, а ті, у свою чергу, змушують обертатися вал генератора і виробляти електроенергію. Також для створення потрібного тиску води застосовується деривація – відведення води від русла річки каналом або системою водоводів до гідротехнічних споруд. Інколи використовується одночасно і гребля, і деривація. Ідея будівництва гребель на Дніпрі виникла ще в XVIII столітті за часів Катерини II. Після завоювання Криму і Таврії імперія розглядала Дніпро, як перспективну транспортну артерію для доставки товарів на нові землі і зміцнення своїх позицій на сході. Використанню річки в такій якості заважали знамениті Дніпровські пороги, тому пріоритетом у проектах того часу було забезпечення судноплавства по всьому руслу Дніпра шляхом їх затоплення. **Мета статті** – історичний аналіз еволюції створення, функціонування, розвитку та модернізації каскаду гідроелектростанцій на річці Дніпро. **Висновки.** Використання гідроелектростанцій дає суттєві переваги для розвитку економіки України. Головною перевагою гідроелектростанції визнана відсутність витрат на «пальне», адже для виробництва електроенергії тут використовуються відновлювальні джерела енергії – вода. Також гідроелектростанції мають довгий термін «використання»: деякі можуть працювати і до 100 років. Гідроелектростанції можуть дуже швидко та в будь-який час пристосовуватися до мінливих потреб ринку в енергії, збільшуючи чи зменшуючи виробництво. ГЕС можна запустити в роботу протягом декількох хвилин. ГЕС – це відсутність вуглекислого газу. Незначні його викиди можуть відбуватися лише під час будівництва станцій. В результаті, кінцева вартість одержуваної електроенергії значно нижча, ніж в інших видів електростанцій, тому важливо підтримувати ГЕС в Україні для майбутніх поколінь.

Ключові слова: *гідроелектростанція; водосховище; гребля; розрахунковий напір води; судноплавство; водозахисна гребля; гребля земляна; гребля залізобетонна*

EVOLUTION OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE CASCADE OF HYDROPOWER PLANTS ON THE DNIPRO RIVER

SAVYTSKYI M.V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
OHANSKYI I.F.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
SAVYTSKYI O.M.³, *Cand. Sc. (Tech.)*,
OHANSKYI K.M.⁴, *Cand. Sc. (Econ.), Ph.D., Assoc. Prof.*

¹ Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (050) 320-33-08, e-mail: visnik_psacea@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

^{2*} Department of Construction Production Technology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (097) 234-88-83, e-mail: ivan.ogdansky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8033-2707

³ Private Construction and Assembly Enterprise “Builder-P”, 45-a, Str. Budivelnikiv, Dnipro, 49089, Ukraine, tel. +38 (050) 919-05-87, e-mail: visnik_psacea@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

⁴ Department of Economics and Social and Labor Relations, University of Customs and Finance, 2/4, Vernadskoho Str., Dnipro, 49000, Ukraine, tel. +38 (095) 306-75-69, e-mail: ogdankn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8126-4977

Abstract. Formulation of the problem. A hydroelectric power plant is a power plant that generates electricity due to the water pressure that flows on the turbine blade and thus drives the generators. The height of the riverbed is required for the operation of the hydroelectric power plant. To create it, a dam is being built, which also serves as a reservoir and allows HPPs to operate at any time. As a result, water falls from a height, falls on the turbine blades and causes them to rotate, and they, in turn, cause the generator shaft to rotate and generate electricity. Derivation is also used to create the required water pressure – drainage of water from the riverbed by a canal or water supply system to hydraulic structures. Sometimes both dam and derivation are used at the same time. The idea of building dams on the Dnieper originated in the XVIII century during the reign of Catherine II. After the conquest of Crimea and Tavria, the empire saw the Dnieper as a promising transport artery for the delivery of goods to new lands and strengthening its position in the east. The use of the river as such was hindered by the famous Dnieper rapids, so the priority in the projects of that time was to ensure navigation along the Dnieper by flooding them. **The purpose of the article** is a historical analysis of the evolution of the creation, operation, development and modernization of the cascade of hydroelectric power plants on the Dnieper River. **Conclusions.** The use of hydroelectric power plants provides significant benefits for the development of Ukraine's economy. The main advantage of the hydroelectric power plant is the lack of costs for “fuel”, because for the production of electricity here are used renewable energy sources – water. Hydropower plants also have a long “use” period: some can run for up to 100 years. Hydropower plants can adapt very quickly and at any time to the changing needs of the energy market, increasing or decreasing production. The HPP can be put into operation in a few minutes. HPP is the absence of carbon dioxide. Minor emissions can occur only during the construction of stations. As a result, the final cost of electricity is much lower than in other types of power plants, so it is important to support hydropower in Ukraine for future generations.

Keywords: *hydroelectric power station; reservoir; dam; estimated water pressure; shipping; water protection dam; earthen rowing; reinforced concrete dam*

На річці Дніпро побудовано та працюють шість гідроелектростанцій (ГЕС): Київська, Канівська, Кременчуцька, Середньодніпровська (до 2016 року Дніпродзержинська), Дніпровська (колишня Запорізька (ДніпроГЕС імені В. І. Леніна)) [1] та Каховська імені П. С. Непорожнього (табл. 1).

Ідея будівництва гребель на Дніпрі виникла ще в XVIII столітті за часів Катерини II. Після завоювання Криму і Таврії імперія розглядала Дніпро, як перспективну транспортну артерію для доставки товарів на нові землі і зміцнення своїх позицій на сході. Використанню річки в такій якості заважали знамениті Дніпровські пороги, тому пріоритетом у проектах того часу було забезпечення судноплавства по всьому руслу Дніпра шляхом їх затоплення.

Над проектами використання енергії Дніпра та створення судноплавного шляху

через Дніпровські пороги працювали інженери Н. С. Лесявський (1893 р.), А. М. Рундо та Д. І. Юскевич (1910 р.), І. А. Розов та Л. В. Юргевич (1912 р.). Основний акцент у створенні проектів робився в розвитку судноплавства; гідроенергетики в цих проектах була присутня в разі дбайливого використання «даром» протікаючої вод.

Таких проектів було безліч, але всі вони залишилися лише на папері, тому що нижче по Дніпру були унікальні історичні місця – Запорізька Січ і фортеця Кодак. Під затоплення мало потрапити декілька десятків населених пунктів. Через велику кількість пам'яток історії, архітектури та культури електростанцію на Дніпрі не наважилися будувати царські інженери. Проте радянську владу це не зупинило [2].

За планом ГОЕЛРО одна із перших зводилась Запорізька (ДніпроГЕС імені В. І. Леніна). В серпні 1921 року, ще до

затвердження IX Всеросійським з'їздом Рад термінів реалізації плану ГОЕЛРО, було прийнято постанову РНК «Про звільнення земель, що підлягають затопленню при будівництві гідроелектростанції біля міста Олександрівська (Запоріжжя)». Завдання на проєктування гідроелектростанції було видано у березні 1921 року.

У проєктуванні та будівництві використовувався досвід зведення та експлуатації таких ГЕС, як «Куїнстон» на Ніагарі, «Айль-Малін» на річці Сагеней та «Ла-Габель» на річці Св. Лаврентія.

Автор проєкту Дніпровської гідроелектростанції інженер І. Г. Олександров запропонував використати весь перепад Дніпра на порожистій ділянці в одному місці. Замість будівництва декількох гідроелектростанцій малої потужності побудувати на дніпровських порогах одну велику греблю та ГЕС з верх великою для того часу потужністю в 560 МВт. Автором архітектурної частини проєкту був В. О. Веснін.

Таблиця 1

Основні показники каскаду гідроелектростанцій

Назва гідроелектростанції	Початок будівництва (рік)	Рік введення гідроагрегатів		Розрахований напір води (м)	Середньорічне виробництво електроенергії (кВт/г)	Довжина греблі (м)	Тип греблі
		Першого	Останнього				
Дніпровська	I черга – 1927	1932	1939	38,4	2 279	216+760 = = 976	залізобетонна
	II черга – 1969	1974	1980				
Каховська імені П. С. Непорожного	1950	1955	1959	16,0	1 420	3 850	земляна, залізобетонна
Кременчуцька	1954	1959	1960	14,2	1 506	11 526	земляна, залізобетонна
Середньодніпровська	1956	1963	1964	12,6	1 250	7 045	земляна, бетонна
Київська	1960	1964	1968	12,0	790	288	земляна, бетонна
Канівська	1964	1972	1975	7,4-12,0	573	10 500	земляна, залізобетонна
ТРИВАЛІСТЬ	1927–1969	1932–1974	1939–1980	100,6–105,2	7 818	34 185	

Ще у січні 1921 року в Москві було створено проєктну організацію – Дніпробуд, спочатку до неї входили декілька техніків та інженерів на чолі з І. Г. Олександровим. Співробітники цієї організації вивчали знайдені в архівах Петрограда та Києва матеріали раніше проведених на Дніпрі геодезичних та гідрологічних досліджень, у літні місяці вони проводили роботи на місці майбутнього будівництва.

І. Г. Олександров був відряджений до Америки для консультації з закінченого проєкту. Його консультантами були фахівці різних фірм, зокрема, відомий американський гідробудівник Г'ю Купер,

який поставився до нього доброзичливо, при цьому рекомендував низку заходів, які могли б скоротити витрати будівельних матеріалів та зменшити час будівництва. І. Г. Олександров захоплювався досягненнями американської технології та вітав їх використання на Дніпробуді.

Г'ю Купер був затверджений головним консультантом проєкту, а потім призначений головним консультантом Дніпробуду з американської сторони. Начальником будівництва ДніпроГЕС назначили О. В. Вінтера, архітектором О. В. Весніна, який проєктував ДніпроГЕС

та соцмісто. Розпочали будівництво у березні 1927 року.

За проектом необхідно було побудувати у м. Запоріжжя водозахисну греблю висотою 60 метрів. Звести триярусне шлюзове господарство, тому що на той час не було технічних рішень щоб запроектувати та звести однокамерні шлюзи такої висоти та об'єму води. Найголовніше було побудувати та змонтувати машинне відділення та інші основні споруди гідроелектростанції. Одночасно на територіях, які затоплювались водосховищем необхідно було до затоплення перенести усі пам'ятки історії, архітектури та культури, переселити усе населення (50 населених пунктів), розібрати усі існуючі будівлі та споруди, перенести усю існуючу інфраструктуру, пересадити або викорчувати усі насадження і т. д.



Рис 1. Виконання земляних робіт вручну



Рис 2. Укладання та ущільнення бетонної суміші



Рис. 3. Будівництво Дніпровської (Запорізької (ДніпроГЕС ім. В. І. Леніна))

Будували ДніпроГЕС майже 100 років тому. Екскаватори, автосамоскиди та інший транспорт був майже відсутній. Тому насильно із усієї України примусили заможних селян (куркулів) із своєю конячкою і повозкою зводити водо утримуючу греблю висотою 60 м (рис. 1).

Будівельної техніки, а тим більше малої механізації не було, тому усі роботи виконувались вручну, а бетонну суміш ущільнювали ногами (рис. 2).

Гідроелектростанція здана в експлуатацію у жовтні 1932 року, а останній, дев'ятий гідроагрегат було запущено в 1939 році (рис. 3).

17 вересня 1932 року «за особливо видатну роботу на Дніпрогесі» шість американських консультантів (Франк Фейфер, Чарльз Джон Томсон, Вільгельм Петрикович Меффі, Г'ю Купер, Фрідріх Вільгельмович Вінтер, Георг Себастьянович Біндер), очолюваних шеф-консультантом Томсоном були нагороджені орденами Трудового Червоного Прапора. Ілля Ільф та Євген Петров у своїй книжці «Одноповерхова Америка» згодом описували свою зустріч із Томсоном та його спогади про роботу в СРСР. На відкритті ГЕС були присутні Орджонікідзе та Калінін, вітання будівельникам надіслав І. Сталін.

ДніпроГЕС нагороджена орденом Трудового Червоного Прапора (1939). Внаслідок будівництва греблі було затоплено дніпровські пороги, що забезпечило судноплавство по всій течії Дніпра. Гребля електростанції утворює Дніпровське водосховище. На той час це була найбільша гідроелектростанція СРСР. Перше судно, яке пройшло без перешкод серед затоплених порогів, мало ім'я Софії Перовської.

На початку Великої Вітчизняної війни, 18 серпня 1941 року, після прориву німецьких військ у районі Запоріжжя, гребля ДніпроГЕС була підірвана. Підрив було здійснено за вказівкою радянського керівництва, згідно з розпорядженням Генштабу. Вибух 20-ти тонн аммоналу частково зруйнував греблю, спричинивши

багатометрову хвилю, обладнання машинного залу було знищено.

Відповідно до бойових донесень від 19 серпня 1941 року штабу Південного фронту Верховному Головнокомандувачу, підрив здійснили начальник Відділу військово-інженерного управління штабу Південного фронту підполковник А. Петровський та представник Генштабу, начальник окремого науково-дослідного військово-інженерного інституту військовий інженер 1-го рангу Б. А. Епів.



Рис. 4. Підрив греблі ДніпроГЕС після прориву німецьких військ

Внаслідок вибуху в греблі виникла пробоїна завдовжки 165 м, через яку ринула вниз тридцятиметрова хвиля, викликаючи руйнування та загибель людей, які опинилися в береговій зоні. До зони повені потрапили як німецькі війська, так і червоноармійці, які здійснювали переправу через Дніпро, а також мирні жителі острова Хортиця та прибережної зони. Число жертв серед червоноармійців та цивільного населення, викликаних вибухом Дніпровської греблі, дискусійне, оскільки підрахунків одразу не велося. У сучасній літературі зустрічаються оцінки від 20 до 100 тис. червоноармійців, багато мирних людей, які на той момент там працювали, десятки тисяч голів скоту. Німецьке командування оцінювало свої втрати у живій силі у 1 500 осіб. Ці числа не підкріплюються жодними документами. Є спроба обґрунтувати кількість жертв у 20–30 тисяч людей, обчислюючи кількість військ та біженців, які могли перебувати на лівому березі Дніпра до Херсона [3] (рис. 4).

Для відновлення переправи через Дніпро та електростанції зруйновану

частину греблі було відновлено німецькими будівельними частинами, а влітку 1942 року замість виведеного з ладу запрацювало нове, німецьке обладнання.

Восени 1943 року під час відступу німців гребля Дніпрогесу знову була замінована та частково підірвана. Наказ був відданий командувачем 1-ї танкової армії вермахту Макенzenом, а безпосередня відповідальність за підрив заряду, що складався майже з 300 т різної вибухівки, покладалася на командира 40-го танкового корпусу генерала Г. Хейнріца. При підриві план повного знищення греблі не був повністю реалізований, оскільки радянським саперам та розвідникам вдалося пошкодити основну частину проводів, які йшли до детонаторів.

Підрив греблі ДніпроГЕСу розглядався серед пунктів звинувачення німецьких військових діячів у ході Нюрнберзького процесу.

Заходи радянських солдатів, які не допустили підриву, увічнені у пам'ятнику, встановленому на могилі Невідомого солдата.

Електростанцію знову розпочали відновлювати в 1944–1950 роках. З січня до серпня 1944 року сапери витягли з тіла греблі 66 т авіабомб і вибухових речовин, 26 тис. снарядів та гранат.

Після війни розробку проекту відновлення Запоріжжя та гідроелектростанції очолював В. О. Веснін. При його консультаціях відродженням комплексу займався один із авторів проекту Г. Орлов. У цей час в архітектуру електростанції було внесено деякі зміни, створені задля «збагачення» її архітектурного образу [4].

Американська компанія General Electric поставила в 1946 році нові генератори для ДніпроГЕС замість зруйнованих під час війни. Вага генератора склала близько 1 020 т; діаметр – понад 12 м; потужність генератора – 90 МВт, проти потужності 77,5 МВт старих генераторів. Після війни перший гідроагрегат був включений до електромережі в березні 1947 року, а останній – у травні 1950 року [5].



Рис. 5. Панорама Дніпровської гідроелектростанції

У 1947–1973 роках головним інженером Дніпровської ГЕС був Анатолій Яковлев; при Яковлеві було проведено реконструкцію та вдосконалення основного та допоміжного обладнання, що дозволило підвищити надійність та економічність роботи гідроелектростанції. Потужність відновленого ДніпроГЕСу перевищила довоєнну на 16 % і становила 650 тис. кВт/год. Комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів, що відбувалася у 1950–1970-х роках під керівництвом А. Ф. Яковлева, підвищила кваліфікацію персоналу, удвічі скоротила експлуатаційний персонал та збільшила міжремонтний період гідроагрегатів до 6–8 років.

ДніпроГЕС входив до Єдиної енергетичної системи Європейської частини СРСР та постачав електроенергією Наддніпрянщину, Донбас та Кривий Ріг.

В 1969 році розпочато будівництво другої черги Дніпровської ГЕС. 1974 року було введено в експлуатацію перший гідроагрегат, а 1980 році – станція вийшла на повну потужність (рис. 5).

Як виникла ідея реконструкції гідровузла та зведення ДніпроГЕС II? Пам'ятаємо, що Дніпровська ГЕС будувалась першою на Дніпрі. Зрозуміло, що вона розраховувалась на максимальний паводковий рівень води у створі – 40 000 м³/сек. Саме для того, щоб пропускати величезні водні потоки,

залізобетонну греблю прийшлося розташувати по колу радіусом 600 м. Інженерне рішення винайшли архітектори – так народилась знаменита залізобетонна дуга ДніпроГЕСу. Це дозволило створити необхідний водозливний фронт греблі довжиною 611 м з 47-ма прольотами шириною по 13 м. Всі вони несли навантаження, через них зайва вода «скидалась» у паводок. На той час ДніпроГЕС була одна на Дніпрі. Після зведення каскаду гідроелектростанцій режим Дніпра змінився. Його стік був повністю зарегульований. Тепер, навіть у найсильніший паводок, щоб пропустити зайву воду, достатньо було 30 водозливних прольотів. Таким чином, фактично 17 прольотів звільнились від навантаження. З'явилась можливість використати ці резерви для будівництва ДніпроГЕС II.

Під час проектування ДніпроГЕС II, щоб не порушити архітектурний облік гідровузла, передбачалось побудувати споруду нового машинного залу компактною, низькою, незначно закриваючою панораму греблі. Будівля «вписана» по дузі греблі, колір її оздоблення близький до кольору бетону [6].

Проектувало ДніпроГЕС II Українське відділення «Гідропроєкту» імені С. Я. Жука.

Нову гідроелектростанцію розмістили за греблею на лівому березі, при цьому економічному рішенні виникла серйозна проблема. Справа у тому, що сила, яка удержує греблю з урахуванням коефіцієнта

тертя, дорівнює різниці між масою греблі, спрямованою вниз і фільтраційним тиском, направленим угору, тобто прагнучим підняти греблю. У нормальних умовах експлуатації споруди різниця у цих двох складових забезпечувала стійкість. Але по мірі розробки котловану під фундаменти будівлі ГЕС II фільтраційний тиск, згідно законам гідравліки, повинен був значно збільшитися. Розрахунки показали, що у цих умовах стійкість греблі може бути недостатньою. Проектувальники знайшли рішення, яке все залишає на своїх місцях. Щоб зменшити фільтраційний тиск, із оглядової галереї у тілі греблі, були пробурені свердловини для відкачки фільтраційної води. Завдяки відкачці води, яка проводилась безперервно у ході будівництва, стійкість греблі не порушилась (рис. 6).

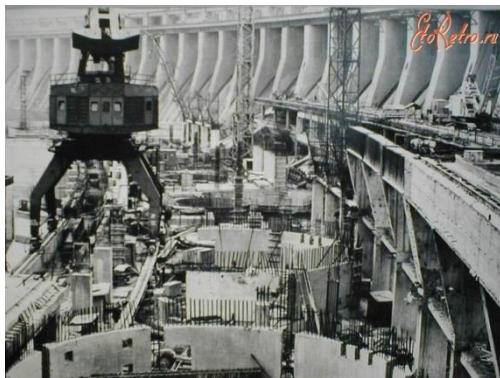


Рис. 6. Будівництво ДніпроГЕСу II на Запорізькій гідроелектростанції

Як у тридцяті роки та повоєнний час, так і у період реконструкції, будівельникам приходилось йти нестандартним шляхом, щоб знайти раціональні технічні рішення.

При розробці котловану під будівлю ГЕС знадобився великий обсяг вибухових робіт. Вплив цих вибухів міг негативно вплинути на стійкість секцій греблі. Тому була розроблена схема, що спрямовує вибухову хвилю перпендикулярно греблі з найменшим впливом на споруду. Таке рішення дозволило прискорити розробку котловану [7].

Ще одне рішення стосувалося влаштування водоводів, призначених для подачі води з верхнього б'єфу до турбін станції. Ці бетонні порожнисті конструкції

висотою понад 7 м мали спиратися на водозливну греблю. Щоб надійно з'єднати їх із тілом греблі за прийнятою технологією, потрібно було вирубати уступи на поверхні бетонної грані греблі. Здавалося б найпростіше для створення уступів зробити вибух. Але це було неприпустимо за умов стійкості та щільності греблі. І все ж таки, ця операція виконана за допомогою вибухів, точніше мікробибухів, проведених оригінальним пристроєм – паровими скелелампами, які вперше використовувались у світовій практиці. У бетоні заздалегідь пробурювалися та заповнювалися водою неглибокі свердловини. В ці свердловини опускався ствол скелелампи, з нього, як із рушниці, робився постріл звичайним патроном. Тиск миттєво й різко підвищувався, виникав гідравлічний удар, що дробив бетонну масу. Ось так обережно було розроблено понад 4 000 м³ бетону.

У 1997–2002 рр. проведено першу, а з 2006 р. другу чергу реконструкції Дніпровського каскаду ГЕС, що включала також реконструкцію обладнання ДніпроГЕС. У 2008 році проведено реконструкцію машинних залів станції. Харківське підприємство «Турбоатом» здійснило на ДніпроГЕС II заміну 6 турбін пропелерного типу на турбіну поворотного типу ПЛ 40-В-700 номінальною потужністю 115 МВт та діаметром робочого колеса 7 м, вага близько 500 т. Поворотно-лопатєва турбіна покликана збільшити надійність гідротурбінної установки, обсяг електроенергії, що виробляється, і може використовуватися в ширшому діапазоні за напорами та навантаженнями.

Після побудови каскаду водосховищ та шлюзового господарства експлуатаційна довжина річкових судноплавних шляхів загального користування на р. Дніпро становить 1 200 км. Це близько 10 % довжини залізничних колій України. По течії Дніпра на усіх водосховищах побудовано великі шлюзи, які дозволяють суднам розмірами 270×18 м мати доступ від Херсону до Києва. Таким чином, утворився судноплавний річковий шлях, яким могли плавати судна типу «річка – море». Він

проходить Київським водосховищем від Чернігівської області до Херсону та Одеси (рис. 7).



Рис. 7. Каскад гідроелектростанцій на річці Дніпро

З 60-х років минулого століття розпочалось судноплавство на «Ракетах» та «Метеорах». «Ракета» (1957 р.) та «Метеор» (1960 р.) – серія радянських пасажирських річкових суден на підводних крилах, призначених для швидкісних перевезень на міжміських та місцевих лініях.

Із Запоріжжя до Києва, у комфортних умовах, з чудовим видом на береги Дніпра, «Метеор» долітав за 10 годин. Із Дніпропетровська до Запоріжжя «Ракета» доставляла пасажирів за одну годину, відправлення здійснювалося по годинно. Головною відмінністю «Ракети» від решти річкових суден на підводних крилах є наявність великого відкритого оглядового майданчика в кормовій частині (рис. 8 та 9).

Масове перевезення «Ракетами» по Дніпру здійснювалось між містами Київ – Канів – Черкаси та Kremenchuk – Dniprodzerzhynsk – Dnipropetrovsk – Zaporizhzhia. Пасажирське перевезення маршрутами Київ – Dnipropetrovsk –

Запоріжжя, Черкаси – Херсон здійснювалось виключно «Метеорами», тому що на Kremenchuk та Kherson водосховищах були дуже великі площі та об'єми води і використання «Ракет» було дуже небезпечним. Проте, в Україні судна «Метеор» та «Ракета» «склали крила» наприкінці 2004 року.



Рис. 8. Радянські пасажирські річкові судна на підводних крилах «Ракета»



Рис. 9. Радянські пасажирські річкові судна на підводних крилах «Метеор»

31 травня 1988 року Dnipropetrovsk став відкритим містом для іноземців. По Дніпру розпочалось туристичне пароплавство на 4- та 5-палубних лайнерах для ознайомлення з Україною – містами Одеса, Херсон, Запоріжжя, Dnipropetrovsk, Kremenchuk, Cherkasy, Kaniv і Київ, де відбувалися одно- або дводенні зупинки. Велику зацікавленість ці подорожі викликали у іноземних туристів.

Але як що за радянських часів, Дніпром регулярно виконувались вантажні перевезення, пасажирські рейси приміського і дальнього сполучення та туристичне пароплавство, то в незалежній Україні рейси річкою вважаються нерентабельними. Зараз вони виконуються маленькими суднами на окремих водосховищах переважно лише прогулянкові та туристичні.

Для молоді та майбутніх поколінь наведено великий приклад безгосподарності, безвідповідальності та всездозволеності. Майже увесь річковий флот України розпродали та здали на металобрухт (рис. 10).



Рис. 10. Сучасний стан «Ракети»



Рис. 11. Українські кораблі на підводних крилах СПК «Полісся» та КПК «Невка»

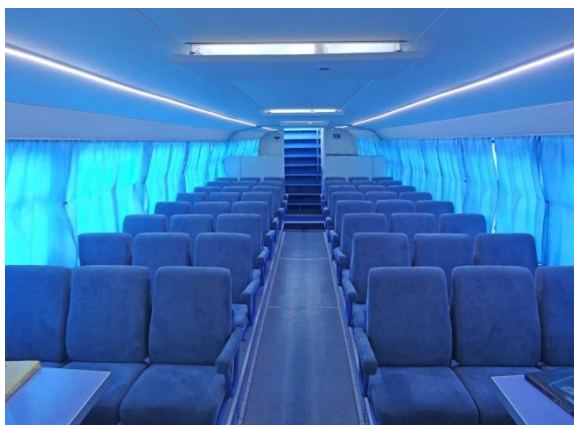


Рис. 12. Пасажирський салон СПК «Полісся» та КПК «Невка»

Однако останнім часом є приємні новини щодо відновлення «Метеорів» та «Ракет». Ентузіасти провели ретельний

аналіз про наявність та стан суден на підводних крилах, що були в експлуатації в Україні. На жаль, у первозданному вигляді таких судів збереглося дуже мало. Але в Росії та інших країнах колишнього СРСР, особливо в Європі ці судна успішно виконують постійні рейси. Так що з'явилася можливість придбання таких судів, щоб повернути їх на воду і забезпечити судноплавство в Україні.

Приклад відновлення таких суден вже є. Дмитро Власов, із своїми однодумцями з Херсону, відновили три кораблі на підводних крилах, які курсують маршрутами Київ – Канів, Херсон – Гола Пристань [8] (рис. 11 та 12).



Рис.13. Кременчуцьке водосховище



Рис. 14. Лівий берег Кременчуцького водосховища

Якщо проаналізувати каскад ГЕС на річці Дніпро, то водосховище Дніпровської ГЕС за площею 410 км² і об'ємом води в 3,32 км³ є самим меншим із усіх водосховищ. І навіть на ньому інженери царських часів не наважувались знищити все, що було побудовано, створено та

вистраждано батьками, дідами, прадідами та усіма поколіннями.

З 1955 по 1975 року величезні водойми водосховищ з повним об'ємом води 43,86 км³ та дзеркалом русла Дніпра, за рахунок зведених водосховищ збільшена на 6 938 км², що у десятки разів перевищує вікову площу річки Дніпро, яка була до 1927 року. Таким чином, площа затоплених територій складає 78 % площі Черновіцької області, яка має загальну площу 8 097 км².

Створено таке могутнє шлюзове господарство, річкові вокзали та порти, величезні водойми водосховищ, які

знищили безповоротно пам'ятки культури, історії та архітектури, затопили сотні населених пунктів, родючі землі, пасовища, сінокоси, сади, ліси, поля – що значно погіршило екологію, тощо. На жаль, починаючи з 2004 року це все стало непотрібним.

Саму велику площу 2 252 км² та об'єм 13,5 км³ має Кременчуцьке водосховище. Його найбільша ширина, де річка Сула впадає у водосховище, сягає до сорока кілометрів (рис. 13 та 14; табл. 2).

Таблиця 2

Технічні характеристики штучних водосховищ

Назва водосховища	Повний об'єм води (км ³)	Дзеркало водосховища		Довжина водосховища (км)	Середня		Довжина берегової лінії (км)	Найбільша глибина (м)
		Площа (км ²)	Порівняно з Дніпровським		Глибина водосховища (м)	Ширина водосховища (м)		
Київське	3,73	922	2,3	110	4,1	8,4	248	14,5
Канівське	2,62	675	1,65	162	4,4	8,5	362	21
Кременчуцьке	13,5	2 252	5,5	149	6	11	800	28
Середньодніпровське	2,45	567	1,4	114	4,32	4	240	16
Дніпровське	3,32	410	1	129	8,2	3,3	276	53
Каховське	18,2	2 155	5,3	240	8,4	8,5	896	36
ВСЬОГО	43,82	6981	1-5,5	968	6,31	7,54	244-896	14,5-53

Якщо поглянути на карту України, видно, що від м. Світловодська майже до м. Канів ширина водосховища від 8-ми, а здебільшого до 25 км. Друге по площі Каховське водосховище має площу 2 155 км² та об'єм води 18,2 км³. Найбільша ширина русла, до 40 км, знаходиться біля с. м. т. Василівка і від м. Запоріжжя до м. Каховка, має ширину від 5 до 20 км.

Досвідчені рибалки на цих водосховищах навіть при невеликому вітрі не виходять на рибну ловлю та промисел, тому що висота хвиль сягає двох метрів і більше. Усе узбережжя розмите, висота круч – до двадцяти метрів. Здійснюється і подальший розмив, а що буде через 100 років?! Як кажуть на Україні: «Вода сильна, греблі рве!».

Ще великий український поет Т. Г. Шевченко у 1837 році писав:

«...Реве та стогне Дніпр широкий,
Сердитий вітер завива,
Додолу верби гне високі,
Горами хвилю підійма...»

На той час максимальна ширина Дніпра була не більше одного кілометра, і вже тоді Т. Г. Шевченко писав, що Дніпро «горами хвилю підійма».

Коли «летіли» на підводних крилах «Метеором» або мандрували на туристичному лайнері, чи йшли на рейсовому судні із Запоріжжя, Дніпропетровська, Дніпродзержинська (зараз Кам'янське), Кременчука, Світловодська до Черкас, Каніва та Києва по Кременчуцькому водосховищі, виникало питання: «Чому правий берег поруч, а лівого майже не видно, або ледве видно у ясну сонячну погоду?». Тут же пригадується закон фізики про Каріолісове прискорення.

Правий берег крутий, має набагато більшу глибину, чим лівий, який дуже пологий. А усе судноплавство здійснювалось і здійснюється по тисячолітньому руслу річки Дніпро.

При господарському проектуванні Кременчуцької ГЕС необхідно було про це подумати та запроєктувати водо утримуючу греблю від Світловодська (колишні назви – Хрущовськ, Кремгес) майже до Каніва. Висота такої греблі сягала б максимум 3–4 м, а десь і менше. Це б дало можливість не затоплювати 30–40 % дзеркала водосховища. Тим більше, що під затоплення потрапила й так звана «стовпова дорога», якою ще Катерина II мандрувала до Запорізьких козаків, щоб потрапити на острів Хортиця та на південь України. Цією ж дорогою і чумаки їздили за сіллю до Криму.

А може б водозахисну греблю необхідно було розширити, і побудувати на ній автомагістраль Київ – Дніпропетровськ – Донецьк, яку в той час розпочинали будувати на родючих землях центральної України?! Будівництво велось та ведеться і зараз поруч з лівим берегом Кременчуцького та Середньо-дніпровського водосховища.

У теперішній час щорічно восени «скидають» об'єм води, для весняного прийому талих вод що значно зменшує площу дзеркала Кременчуцького водосховища. Тому можна звести водозахисну греблю за 2–3 км від лівого

берега, але роботи необхідно буде вести у зимовий час. Це дозволить зберегти від подальшого розмивання лівобережних круч, збільшити середню глибину водосховища, яка зараз становить всього 5,99 м, а саме головне – покращити екологічний стан лівого берега та зберегти природу. Вода стояча (болото), тому від липня місяця до жовтня, щороку, має темно-зелений колір, особливо напроти острова Жовніно (рис. 15).



Рис. 15. Острів Жовніно

На даний час середня глибина Кременчуцького водосховища складає 5,99 м. Якщо збільшити цю глибину до 8,3 м, як на Дніпровському водосховищі, то дзеркало становитиме 1 626 км² і воно зменшиться на 626 км². При цьому, водозахисну греблю необхідно буде побудувати на водосховищі в середньому за 4 км від лівого берега. А якщо збільшити відстань до 7 км, то площа дзеркала становитиме біля 1 200 км².

Проблем забагато, потрібно їх терміново вирішувати, щоб не було пізно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеенко И. Е. ДнепроГЭС имени В. И. Ленина. 2-е изд., перераб. и доп. Київ : Будівельник, 1980. 88 с.
2. Водный фонд Украины : Искусственные водоемы – водохранилища и пруды : справоч. Под ред. В. К. Хильчевского, В. В. Гребня. Киев : Интерпрес, 2014. 164 с.
3. Лініков В. А. Підрив Дніпровської греблі 18 серпня 1941 р. *Музейний вісник*. 2012. № 12. С. 226–231.
4. Восстановление Днепровской гидроэлектростанции имени В. И. Ленина : сб. ст. под ред. Ф. Г. Логинова. Москва – Ленинград : Государственное энергетическое изд-во; типографмя Госэнергоиздата МЭС, 1947. 110 с.
5. Клюненко А., Репин В., Фриман А., Шерстюк А., Щербак И. Днепровские огни : как из руин и пепла был поднят после войны Запорожский индустриальный комплекс. Київ : Политиздат, 1976. 192 с.
6. Історія Дніпровської ГЕС : проектування, будівництво, відновлення та сьогодення. УКРГІДРОЕНЕРГО, 2020, 27 травня. URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/istoriya-dniprovskoi-ges-proektuvannya-budivnictvo-vidnovlennya-ta-sogodennya.
7. Клименко Н. В. ДнепроГЭС имени В. И. Ленина : фотоочерк. Днепропетровск : Промінь, 1983. 134 с.

8. По Днепру на подводных крыльях. Есть ли будущее у «Ракет»? Интервью с Дмитрием Власовым – энтузиастом, взявшимся за восстановление судов на подводных крыльях. Центр транспортных стратегий, 2021, 12 июля. URL: <https://cfts.org.ua/articles/po-dnepru-na-podvodnykh-krylyakh-est-li-budushee-u-raket-1821>

REFERENCES

1. Alekseenko I.Ye. *DneproGES imeni V. I. Lenina* [DniproHPS named after V.I. Lenin]. 2nd ed., reworked and ext. Kyiv : Budivelnyk, 1980, 88 p. (in Russian).
2. *Vodnyy fond Ukrainy : Iskustvennyye vodoyemy – vodokhranilishcha i prudy : spravochnik* [Water Fund of Ukraine : Artificial reservoirs – reservoirs and ponds : a guide]. Ed. by V.K. Khilchevskiy and V. V. Grebnya. Kyiv : Interpress, 2014, 164 p. (in Russian).
3. Linikov V. A. *Pidryv Dniprovs'koyi hrebli 18 serpnya 1941 r.* [Explosion of the Dnieper dam on August 18, 1941]. *Muzeynyy visnyk* [Museum Bulletin]. 2012, no. 12, pp. 226–231. (in Ukrainian).
4. *Vosstanovleniye Dneprovskoy gidroelektrostantsii imeni V. I. Lenina : sbornik statey pod red. F. G. Loginova* [Restoration of the Dnieper hydroelectric power station named after V. I. Lenin : coll. of art. ed. by F.G. Loginov]. Moscow –Leningrad : State Energy Publishing House; typ. Gosenergoizdata MES, 1947, 110 p. (in Russian).
5. Klyunenko A., Repin V., Freeman A., Sherstyuk A. and Shcherbak I. *Dneprovskiyе ogni : kak iz ruin i pepla byl podnyat posle voyny Zaporozhskiy industrial'nyy kompleks* [Dnieper lights : as from the ruins and ashes was raised after the war Zaporozhye industrial complex]. Kyiv : Politizdat, 1976, 192 p. (in Russian).
6. *Istoriya Dniprovs'koyi HES : proyektuvannya, budivnytstvo, vidnovlennya ta s'ohodennya* [History of the Dnieper HPS : design, construction, restoration and present]. UKRHYDROENERGO, 2020, May 27. URL: <https://uhe.gov.ua/media-tsentr/novyny/istoriya-dniprovskoi-ges-proyektuvannya-budivnictvo-vidnovlennya-ta-sogodennya>
7. Klimenko N.V. *Dneproges imeni V. I. Lenina : fotooчерk* [DniproHPS named after V.I. Lenin : photo essay]. Dnipropetrovsk : Promin, 1983, 134 p. (in Russian).
8. *Po Dnepru na podvodnykh kryl'yakh. Yest' li budushcheye u "Raket"?* *Interv'yu s Dmitriyem Vlasovym – entuziastom, vzyavshimsya za vosstanovleniye sudov na podvodnykh kryl'yakh* [On the Dnieper on hydrofoils. Does Rockets have a future? Interview with Dmitry Vlasov – an enthusiast who undertook the restoration of hydrofoils]. Center for Transport Strategies, 2021, July 12. URL: <https://cfts.org.ua/articles/po-dnepru-na-podvodnykh-krylyakh-est-li-budushee-u-raket-1821>. (in Russian).

Надійшла до редакції: 16.07.2022.