



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-6>

УДК 626.8 (075.8)



СЛЮСАРЕНКО Ю. С.

Канд. техн. наук, заступник директора з наукової роботи ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: slus@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (044) 249-72-40, ORCID: 0000-0002-0447-3927



ГАХ Н. Д.

Канд. техн. наук, учений секретар ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: gakh@ndibk.gov.ua, тел.: +38 (050) 222-22-54, ORCID: 0000-0003-1972-4853



ШУМІНСЬКИЙ В. Д.

Канд. техн. наук, провідний науковий співробітник ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: shumikvd@gmail.com, тел.: +38 (096) 617-55-70, ORCID: 0000-0002-8751-1983

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ГРЕБЕЛЬ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ В ПРОЕКТНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

АНОТАЦІЯ

В статті розглянуто особливості бетонних та залізобетонних гребель та вимоги нового національного стандарту ДСТУ ХХХХ «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги».

Греблі бетонні та залізобетонні – один з найпоширеніших типів гідротехнічних споруд, що входять до складу більшості гідровузлів. Такі греблі будують у різноманітних геологічних умовах. Їх будівництво характеризується високою технологічністю та комплексною механізацією робіт.

Новий національний стандарт ДСТУ ХХХХ «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги» розроблений ДП НДІБК в розвиток положень ДБН В.2.4-3:2023 «Гідротехнічні споруди. Основні положення» та на заміну СНиП 2.06.06-85 «Плотины бетонные и железобетонные». Стандарт регламентує вимоги до проектування бетонних та залізобетонних гребель при

новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті. В ньому наводяться основні типи бетонних та залізобетонних гребель на скельній та нескельній основах, умови їх вибору, особливості роботи, вимоги до проектування.

Значна увага приділена бетонним та залізобетонним греблям Дніпровського та Дністровського каскадів, їх характеристикам та історії експлуатації. Наведені факти щодо підриву двох ГЕС (ДніпроГЕС у 1941 та 1943 роках та Каховської ГЕС у 2023 році) та аналіз негативних наслідків злочинного руйнування Каховської ГЕС.

ДСТУ ХХХХ «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги» разом з іншими ДБН та ДСТУ утворює комплекс нормативних актів та документів щодо проектування гребель бетонних та залізобетонних, що дозволяє підвищити надійність їх проектування в різних інженерно-геологічних умовах та забезпечити високий



рівень безпеки в проектних умовах експлуатації. Стандарт дозволить вирішити конструктивно-технічні, будівельно-технологічні проблеми та інші, які можуть виникнути на різних етапах проектування гребель, забезпечення мінімальних ризиків помилок, що не регламентовані чинними нормами і стандартами, та за відсутності достатнього досвіду або прямих аналогів у вітчизняній та світовій практиці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: безпека, водобій, водосховище, гідроелектростанція (ГЕС), гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС), гребля бетонна та залізобетонна, дренаж, надійність, основа, понур, протифільтраційні пристрої.

CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE DAMS UNDER DESIGN OPERATING CONDITIONS. SAFETY REQUIREMENTS

ABSTRACT

The article examines the state of concrete and reinforced concrete dams and the new national standard "Concrete and reinforced concrete dams. Basic requirements".

Concrete and reinforced concrete dams are one of the most common types of hydraulic structures. They are a part of most hydraulic units. These dams are built in various geological conditions. Their construction is characterized by high technology, complex mechanization of works.

New national standard "Concrete and reinforced concrete dams. Basic requirements" developed by State Research Institute of Building Constructions (NIISK) in furtherance of the requirements of DBN B.2.4-3:2023 "Hydrotechnical structures. Main provisions" and to replace SNiP 2.06.06-85 "Concrete and reinforced concrete dams". The standard regulates the requirements for the design of concrete and reinforced concrete dams during new construction, reconstruction and major repairs. It lists the main types of concrete and reinforced concrete dams on rock and non-rock bases, the conditions for their selection, and the peculiarities of their operation.

Considerable attention is paid to concrete and reinforced concrete dams of the Dnieper and Dniester Cascades, their characteristics and work features. The facts regarding the detonations of two hydroelectric power plants (DniproHEPP in 1941 and 1943 and the Kakhovska HPP in 2023) and the negative consequences of the destruction of the Kakhovka HPP are analyzed.

DSTU "Concrete and reinforced concrete dams. Basic requirements" together with other DBN and DSTU forms a complex of regulatory framework regarding the design of concrete and reinforced concrete dams, which allows to increase the reliability of their design in various engineering and geological conditions and to ensure a high level of safety in the design conditions of operation. The new standard

will allow solving structural, technical, construction and technological problems and others that may arise at different stages of dam design, ensuring minimal risks of errors not regulated by current norms and standards, and in the absence of sufficient experience or direct analogues in domestic and world practice.

KEYWORDS: safety, watercourse, reservoir, hydroelectric power station (HPP), hydroelectric power station (HPP), concrete and reinforced concrete dam, drainage, reliability, base, sinkhole, anti-filtration devices.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Греблі бетонні та залізобетонні – один з найпоширеніших типів гідротехнічних споруд (далі – ГТС). Вони входять до складу напірного фронту більшості гідровузлів світу. Від їх стану та роботи залежить надійність та безпека гідроелектростанцій (далі – ГЕС) та гідроакumuлюючих електростанцій (далі – ГАЕС), а також економічна, екологічна та соціальна ситуація в місцях їх розташування. Будівництво гребель виконується у різноманітних інженерно-геологічних умовах та характеризується високою технологічністю та комплексною механізацією робіт. Греблі бетонні та залізобетонні будують як глухими, так і водозливними.

Конструктивний тип бетонної або залізобетонної греблі обирається в залежності від топографічних, інженерно-геологічних, гідрологічних та кліматичних умов з врахуванням сейсмічності району, навантажень і впливів, компонування гідровузла, загальної схеми організації будівництва і виконання робіт та термінів введення в експлуатацію, наявності місцевих будівельних матеріалів та умов експлуатації греблі на основі порівняння техніко-економічних показників варіантів, з врахуванням екологічних та соціальних вимог, особливостей пропуску будівельних та експлуатаційних витрат води тощо. Варіанти, що порівнюються, повинні мати однаковий ступінь розробки і надійності.

Основні конструктивні типи бетонних та залізобетонних гребель наведені в табл. 1.

Бетонні та залізобетонні греблі, на відміну від ґрунтових гребель, застосовують при відсутності поблизу місця будівництва достатньої кількості ґрунту, придатного для зведення тіла ґрунтової греблі, або при несприятливих топографічних умовах (наявності вузької річкової долини або відсутності місця для розташування підшови греблі).

Особливість роботи бетонних та залізобетонних гребель полягає в тому, що вони постійно контактують з водою, солоною або прісною, яка знаходиться у спокої або русі, має різну температуру (в залежності від пори року) та чинить на споруди механічні, фізико-хімічні та біологічні



Таблиця 1 – Основні типи бетонних та залізобетонних гребель

Ознаки	Основні конструктивні типи гребель
А. За конструктивним рішенням	<p>Гравітаційні (рисунок 1, а - г):</p> <p>а) масивні;</p> <p>б) з розширеними швами;</p> <p>в) з поздовжньою порожниною біля основи;</p> <p>г) з екраном на напірній грані;</p> <p>д) з анкеруванням в основі греблі.</p> <p>Контрфорсні (рисунок 1, ж - и):</p> <p>ж) з масивними оголовками контрфорсів (масивно-контрфорсні);</p> <p>з) з арковими напірними перекриттями (багатоаркові),</p> <p>и) з плоскими напірними перекриттями.</p> <p>Аркові та арково-гравітаційні (рисунок 1, к - н):</p> <p>к) з защемленими п'ятами;</p> <p>л) з периметральним швом;</p> <p>м) з тришарнірних поясів;</p> <p>н) з гравітаційними стоянами.</p>
Б. За призначенням	<p>Глухі (рисунок 1, а, б, г, д, з-н).</p> <p>Водозливні (рисунок 2 а-в):</p> <p>а) з поверхневими водозливами (рис. 1, в, ж; рис. 2, а);</p> <p>б) з глибинними водоскидами (рисунок 2, б);</p> <p>в) багатоярусні (з поверхневими водозливами та з глибинними водоскидами) (рисунок 2, в).</p>

дії. Вода впливає на греблі як зовні у вигляді гідродинамічного тиску хвиль на напірну грань гребель, так і з середини у вигляді фільтраційного потоку, що рухається в тілі греблі під дією напору (різниці рівнів води між верхнім та нижнім б'єфами). Таким чином, бетонні та залізобетонні греблі весь час працюють в екстремальних умовах під постійним впливом води та температури. Нормативний термін їх служби повинен відповідати строку служби гідровузлів, до складу якого вони входять, і за чинними нормами становить 120 років [4].

Бетонні та залізобетонні греблі входять до напірного фрон-

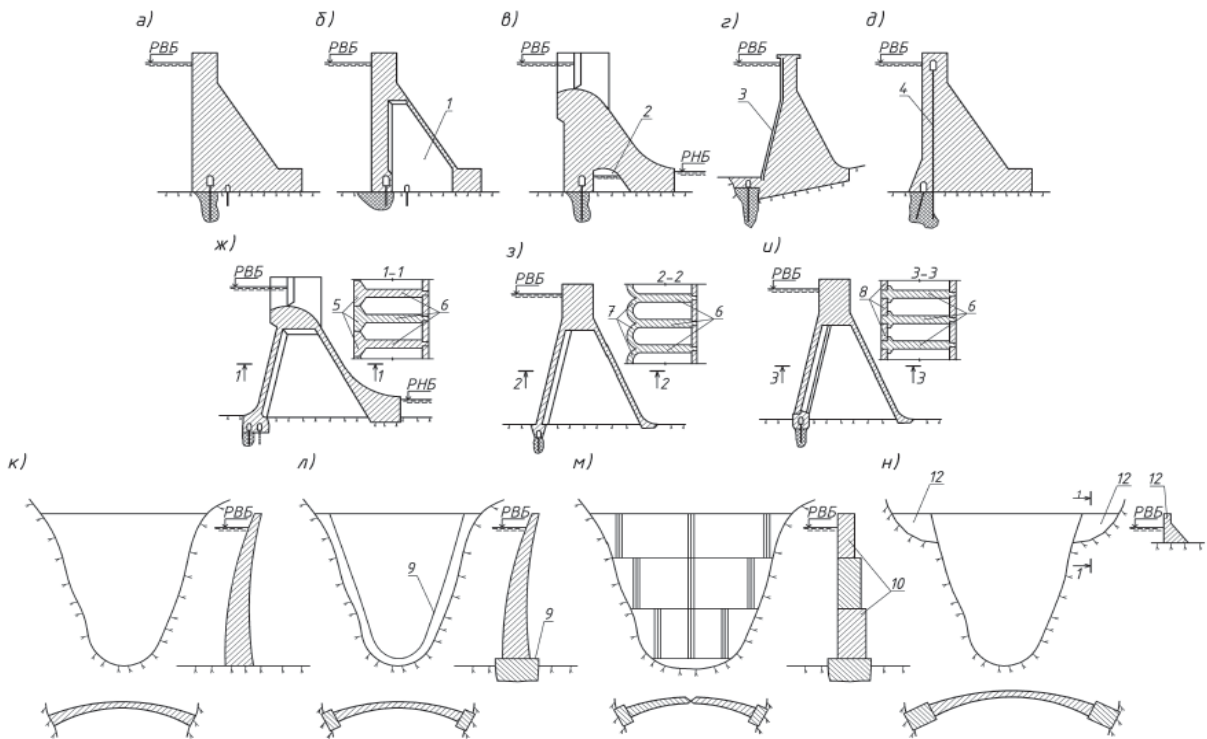


Рисунок 1 – Основні види гребель на скельній основі

Гравітаційні: а – масивні; б – з розширеними швами; в) з поздовжньою порожниною біля основи; г) з екраном на напірній грані; д) з анкеруванням в основі греблі.

Контрфорсні: ж) масивно-контрфорсні; з) багатоаркові; и) з плоскими напірними перекриттями.

Аркові та арково-гравітаційні: к) із защемленими п'ятами; л) із периметральним швом;

м) із тришарнірних поясів; н) із гравітаційними стоянами.

1– розширений шов; 2 – поздовжня порожнина; 3 – екран; 4 – попередньо напружений анкер; 5 – масивні оголовки; 6 – контрфорси; 7 – аркові перекриття; 8 – плоскі перекриття; 9 – периметральний шов; 10 – тришарнірні пояси; 11 – шарніри; 12 – гравітаційні стояни.



ту гідровузлів, створюють водосховища та успішно працюють на всіх крупних ГЕС та ГАЕС України, розташованих на річках Дніпро та Дністер. Крім того, бетонні греблі застосовуються для створення протиповеневих гідровузлів на гірських та передгірських ділянках річок, де застосування інших типів гребель неможливо.

Основні елементи поперечного профілю греблі: гребінь греблі (як правило, проїзний), верхній та низовий укоси, дренажні та протифільтраційні пристрої в тілі греблі та в її основі.

Основні види бетонних та залізобетонних гребель на скельній основі наведені на рис. 1.

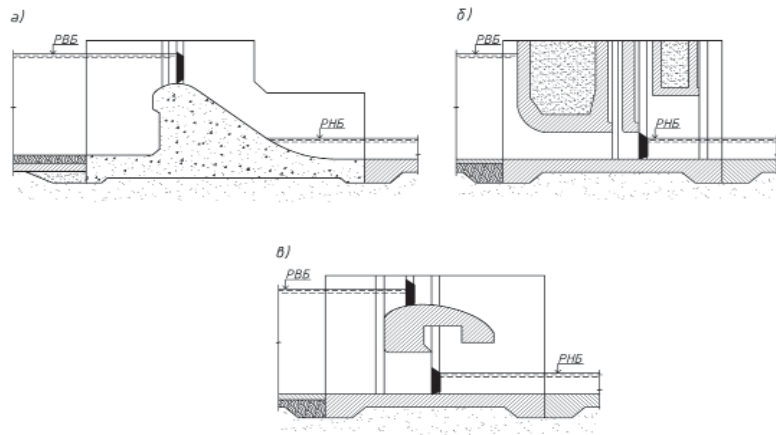


Рисунок 2 – Основні види гребель на нескельній основі
 а – гребля водозливна; б – з глибинними водоскидами;
 в – двоярусна з поверхневим водозливом та з глибинним водоскидом.

Таблиця 2 – Основні характеристики річок Дніпра та Дністра

Назва характеристики	р. Дніпро	р. Дністер
Довжина: природний стан, км;	2285 (перша в Україні та четверта в Європі)	1362 (друга в Україні та дев'ята в Європі)
зарегульований стан, км;	2201	1362
в межах України, км	981	925
Ширина долини, км	18	16 ÷ 22 (біля гирла)
Витік:	Південний схил Валдайської височини	Верхньодністровські Бескиди на висоті 818 м
Впадає в:	Дніпровсько-Бузький лиман Чорного моря	Дністровський лиман Чорного моря
Країни, області та міста України по яким протікає:	Росія, Білорусь (3 області), Україна (8 областей, 25 міст)	Польща, Молдова (9 міст), Україна (7 областей, 16 міст)
Площа басейну, км ²	504 000	72 100
Живлення:	Змішане з перевагами снігового у верхній частині басейну та степовій зоні	Змішане з перевагами снігового
Кількість приток: праві	11	9
ліві	7	21
Річний стік, млрд. м ³	53,5 (1700 м ³ /с)	біля 10 (313 м ³ /с)
Діючі ГЕС та ГАЕС:	5 ГЕС (без Каховської ГЕС, яка зруйнована) та 1 ГАЕС	3 ГЕС (включно з Дубосарською ГЕС) та 1 ГАЕС
Планується побудувати:	–	Верхньодністровський каскад з 6 ГЕС (три з них дериваційного типу)



На скельних основах в умовах широких створів (при $l_{ch}/h \geq 10$, де l_{ch} – ширина створу по хорді на рівні гребня греблі; h – висота греблі), як правило, проєктують бетонні гравітаційні та контрфорсні греблі, а в умовах вузьких створів (при $l_{ch}/h \leq 5$) перевагу надають арковим та арково-гравітаційним греблям.

При $5 < l_{ch}/h < 10$ можуть розглядатись бетонні греблі різних типів: гравітаційні, контрфорсні, арково-гравітаційні та аркові. Висота греблі визначається за різницею відміток гребня (не враховуючи парапет) і підшови споруди під верховою гранню (без врахування місцевих заглиблень).

В залежності від топографічних та геологічних умов в одному створі можуть одночасно застосовуватись греблі різних типів. На нескельних основах бетонні та залізобетонні греблі слід проєктувати, як правило, водозливними.

Розглянемо влаштування бетонних та залізобетонних гребель на Дніпровському та Дністровському каскадах ГЕС та ГАЕС.

Основні характеристики річок Дніпра та Дністра наведені в табл. 2.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АВАРІЙ НА ГЕС

За період тривалої експлуатації ГТС гідровузлів Дніпровського та Дністровського каскадів ГЕС (початок експлуатації ДніпроГЕС з 1932 року) на них не було значних аварій бетонних та залізобетонних гребель внаслідок природних впливів, що свідчить про проєктну надійність і безпеку гребель. Однак, дві ГЕС на річці Дніпро були зруйновані техногенними вибухами під час військових дій – це ДніпроГЕС (у 1941 і у 1943 р.р.) та Каховська ГЕС (у 2023 році). Таким чином, сучасні вимоги до техногенної безпеки вказують на необхідність удосконалення нормативних вимог щодо забезпечення їх подальшої надійної і безпечної роботи [5-7].

Під час Другої світової війни у серпні 1941 року при відступі радянських військ водозливна гребля ДніпроГЕС та залізничний міст через Дніпро були підірвані (рис. 3).

У тілі греблі утворився великий проран-

пробоїна завдовжки 175 м та заввишки 21,2 м при загальній довжині греблі у 1,2 км та висоті 51 м, що призвело до виникнення великої зони затоплення в нижній течії Дніпра. Під час окупації Запоріжжя (через 46 днів після вибуху) німецькі будівельні частини відновили зруйновану частину греблі і довжина ДніроГЕС з усією бетонною водозливною греблею складала 3 км. Восени 1943 року німці поступово знову руйнували частину мостового переходу через ДніпроГЕС. Після усіх цих пошкоджень роботу ДніпроГЕС відновили лише в 1944-50 роках. Тоді вона була єдиною на Дніпрі. Решту ГЕС Дніпровського каскаду збудували пізніше – в 1950-70-ті роки.

Великі бетонні греблі підривали не лише радянські та німецькі війська. У травні 1943 року британськими важкими бомбардувальниками було завдано бомбовий удар по греблях на річках Мьоне, Зорпе та Едер у західній Німеччині, в результаті якого знищено ГЕС з утворенням великих пробоїн у греблях на Мьоне та Едері. Гребля на Зорпе отримала незначні пошкодження. Упродовж чотирьох місяців німецькі будівельники усунули пробоїни.

6 червня 2023 року російські окупанти вдалися до чергового акту екоциду – підриву Каховської ГЕС, котрий загрожує безпрецедентними екологічними наслідками як для півдня України, так і для всього Чорноморського регіону (рис. 4).

У зоні лиха опинилося цивільне населення та майже 80 населених пунктів були затоплені внаслідок теракту. Наслідками злочинного руйнування Каховської ГЕС, крім недоотримання електричної енергії, є:

- загибель значної кількості мирних жителів прибережних населених пунктів, руйнування житла та інфраструктури південного регіону;
- знищення та значне порушення екосистем Каховського водосховища та притоки Дніпра, на яких відбувався підпір води, низов'я Дніпра, Дніпровського лиману і порушення екосистем пригирлової ділянки Чорного моря;
- масова загибель водних організмів (риб,



Рисунок 3 – ДніпроГЕС зараз та у серпні 1941 року, після підриву радянськими військами



Рисунок 4 – Каховська ГЕС: до та після злочинного руйнування

молюсків, ракоподібних, мікроорганізмів, водної рослинності) з подальшим погіршенням якості води внаслідок розкладення загиблих організмів;

- порушення середовища існування риби, молюсків, ракоподібних, птахів, земноводних та інших тварин, які заселяють акваторію та прибережні комплекси і нижче за течією до Кінбурнського півострова;
- порушення середовища існування та загибель тварин, популяцій гризунів, занесених до Червоної книги України;
- порушення середовищ існування рослинних комплексів (прибережна водна рослинність), степових та лісових комплексів (низов'я Дніпра, де зростають ендемічні види, занесені до Світового червоного списку й які більше ніде в світі не зустрічаються);
- непрогнозоване відкладання наносів та змитих ґрунтів з поверхні суходолу;
- негативний вплив на акваторії, прибережні території та сухопутну частину трьох українських національних природних парків – «Нижньодніпровський», «Кам'янська Січ», «Білобережжя Святослава», Чорноморського біосферного заповідника (ця територія також має статус біосферного резервату ЮНЕСКО), Регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська Коса» та численних об'єктів природно-заповідного фонду з меншими площами, вплив на проєктовані природоохоронні території;
- порушення водопостачання об'єктів у Херсонській і, частково, Запорізькій та Дніпропетровській областях;
- забруднення вод Дніпра і Чорного моря

(потрапляння до вод паливно-мастильних матеріалів, змив сміття, агрохімікатів, інших небезпечних матеріалів, затоплення і виведення з ладу систем очистки стічних вод, каналізації, порушення шарів намулу, в яких десятиліттями відбувалось накопичення забруднюючих речовин;

- знищення свійських тварин, худоби, домашніх тварин, тварин у зоопарках, що призвело до отруєння води, ґрунтів, повітря та становить небезпеку поширення інфекційних хвороб;
- ускладнення або повне унеможливлення водопостачання для сільськогосподарських потреб півдня Херсонської області;
- вимивання, перенесення мін та інших вибухонебезпечних речовин, збільшення мінної небезпеки;
- ускладнення забору води, необхідної для охолодження Запорізької АЕС, загроза ядерній безпеці світу;
- зміна мезоклімату території внаслідок зміни площі водного дзеркала, зміни водного балансу території та збільшення відкритих ділянок суші;
- неможливість регулювання водного режиму під час паводків, ризики повторного підтоплення територій, які були залежними від регулювання з боку Каховської ГЕС.

ПРОЕКТНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ГРЕБЕЛЬ ДНІПРОВСЬКОГО ТА ДНІСТРОВСЬКОГО КАСКАДІВ

До складу Дніпровського каскаду наразі входять п'ять водосховищ сумарною корисною ємністю 11,8 км³. Найбільшу корисну ємність має



Кременчуцьке водосховище – 8,97 км³, найменшу – Канівське – 0,285 км³. Київське і Кременчуцьке водосховища ведуть сезонне і річне регулювання стоку Дніпра, Канівське, Середньодніпровське і Дніпровське – добове і тижневе.

До складу Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС входять три водосховища сумарною корисною ємністю 2,93 км³: Дністровська ГЕС-1 з водосховищем сезонного регулювання стоку з переходом на багаторічне; ГЕС-2 на буферному водосховищі, яка працює в базисному режимі; Дністровська ГАЕС, яка розташована на правому березі буфер-

ного водосховища приблизно в дев'яти кілометрах нижче створу ГЕС-1. В якості нижньої водойми ГАЕС використовує буферне водосховище. Верхня водойма ГАЕС створена в напіввиїмці-напівнасіпу шляхом обвалування дамбами на плато, розташованому вище рівня р. Дністер приблизно на 150 м.

Характеристики бетонних гребель ГЕС та ГТС ГАЕС Дніпровського та Дністровського каскадів наведені в табл. 3, 4 та [1-3].

Спостереження за технічним станом бетонних та залізобетонних гребель здійснюються персоналом гідротехнічних цехів всіх ГЕС і ГАЕС

Таблиця 3 – Характеристика бетонних гребель ГЕС та ГТС ГАЕС Дніпровського каскаду

Характеристика	ГЕС або ГАЕС						
	Київська ГЕС	Київська ГАЕС	Канівська ГЕС	Кременчуцька ГЕС	Середньодніпровська ГЕС	ДніпроГЕС (ГЕС-1 + ГЕС-2)	Каховська ГЕС
Рік введення в дію	1968	1972	1975	1960	1964	1932/1978	1956
Максимальний напір на ГЕС, м	11,8	65,0	13,5	13,6	15,26	38,7	16,5
Вид бетонної греблі	водозлив суміщений з будівлею ГЕС	деривація	водозлив суміщений з будівлею ГЕС	водозливна	водозливна	водозливна/глуха	водозлив суміщений з будівлею ГЕС
Ґрунти основи	бучацькі піски	суглинки, супіски та піски	крупні і дрібні піски	сірі граніти	граніти й гранітогнейси	гранітогнейси, граніти	Дрібнозерністі піски
Відмітка гребня (порога), м	– (95,50 – порога)	–	100,5 (82,30 – порога)	85,0 (67,00 – порога)	69,70 (49,00 – порога)	54,8	– (порога + 7,00 м)
Довжина, м	287,65	280	343	191,5	191,5	760,5/251,3	447,5
Висота (з бичками), м	38,0	–	39,7	33	–	62	37,0
Відмітки ФПР, м	104,1	–	92,7	82,0	66,0	51,4	18,0
НПР, м	103,0	174,2	91,5	81,0	64,0	51,4	16,0
ГМО, м	101,5	168,0	91,0	75,75	63,0	48,5	12,7
Кількість отворів, шт	20	6	24	10	10	47	28
Ширина (діаметр) отвору, м	12	Ø 3,8	12	16	16	13	12
Противільтраційні пристрої в основі	понур з глини, шпунтова завіса	–	понур з глини, шпунтова завіса до 16 м	Цементна завіса до 37 м	Цементна завіса	цементна завіса до 30 м	понур з глини та шпунтова завіса
Дренажні пристрої в основі	зворотний фільтр з відводом по трубах в НБ	дренажні лотки з відкачкою насосами	зворотний фільтр з відводом по трубах в НБ	47 дренажних свердловин	Вертикальний дренаж	свердловини Ø150 мм до 4 м	зворотний фільтр з відводом в НБ
Водобій, довжина, м	40-60	–	90	50	57-98	скельний ґрунт річки	50-70
товщина, м	4,0	–	1,5-2,7	1,5-2,0	3-3,5	–	4,0
Потерни	у водозливі та будівлі ГЕС	–	в будівлі ГЕС	потерна 3×3,5 м на відмітці 60 м	у водозливі та будівлі ГЕС	2 (на відмітках 14,40 м та 29,90 м)	в будівлі ГЕС та водозливній греблі
Витрата при НПР, м ³ /с	12500	413	12960	20350	16300	213000	19890
Встановлена потужність, МВт	440	235	528	682,8	387	648+900	334,5

Примітка. Каховська ГЕС була зруйнована 06.06.2023 року



Таблиця 4 – Характеристика бетонних гребель ГЕС та ГТС ГАЕС Дністровського каскаду

Характеристика	ГЕС або ГАЕС		
	Дністровська ГЕС (ГЕС-1)	Буферний гідровузол Дністровської ГЕС (ГЕС-2)	Дністровська ГАЕС
Рік введення в дію	1983	2002	2015
Максимальний напір на ГЕС, м	53	13,1	157
Вид бетонної греблі	водозлив суміщений з будівлею ГЕС-1	водозлив	деривація
Ґрунти основи	граніти	аргіліти	аргіліти
Відмітка гребня (порога), м	110,00	71,30	–
Довжина, м	75		120-150
Висота (відмітка), м	127,00	26	100
Відмітки ФПР, м	125,00	82,00	–
НПР, м	121,00	77,10	229,50
ГМО, м	102,00	67,60	215,50
Кількість отворів (водогонів), шт	12	3	7
Ширина (діаметр) отвору, м	7,5	7,5	Ø 8,2 м
Противільтраційні пристрої в основі	дворядна цемзавіса (з боку ВБ)	залізобетонний понур з боку ВБ довжиною 18,5 м і товщиною 0,7-1,8 м	–
Дренажні пристрої в основі	ряд дренажних свердловин, із загальним напірним колектором, що відводить воду в НБ	ряд дренажних свердловин	–
Водобій, довжина, м	35	до 35	–
товщина, м	1,5-3,0	1,5-2,0	–
Потерни	цементацийна і дренажна кільцева потерна на відмітці 71,2 м	дренажна потерна	дві дренажні штольні
Максимальна витрата ГЕС і ГАЕС, м ³ /с	8320, через агрегати – 1980	480	1890/1834
глибина, максимальна, м	54	17,1	29,75
середня	19,5	7,96	15,9
Встановлена потужність, МВт	702,0	40,8	2268/2947/7
Вид регулювання	сезонне з переходом на багаторічне	тижневе і добове	добове
Призначення водосховища	комплексне (боротьба з повінню, гідроенергетика, водопостачання, зрошення)	гідроенергетика (контррегулятор витрат ГЕС-1 і нижня водойма ГАЕС)	гідроенергетика

Примітка. Для Дністровської ГАЕС встановлена загальна потужність наведена окремо для генераторного (чисельник) та насосного (знаменник) режимів та вказана загальна кількість агрегатів (на даний час введено в дію чотири агрегати першої черги).

Дніпровського та Дністровського каскадів з використанням автоматичних систем контролю (далі – АСК).

Технічне обслуговування засобів АСК ГТС та контроль процесів автоматичного збирання показників первинних датчиків їх обробки та нако-

пичення даних здійснюють групи АСК, які працюють на кожній ГЕС та ГАЕС. Діючі технічні засоби та спеціальне програмне забезпечення АСК ГТС дозволяють виконувати часті вимірювання показів первинних датчиків (напружено-деформованого стану гребель) і їх початкову обробку із визначен-



ням значень контрольованих показників в автоматичному режимі по заданому графіку; подальшу обробку результатів у автоматизованому режимі і підготовку даних до звітів.

Надійність та безпека гребель забезпечуються на основі оцінки їх технічного стану шляхом аналізу та узагальнення даних натурних візуальних та інструментальних спостережень на основі АСК та системи моніторингу просторових зміщень та осідань гребель, проведення комплексних досліджень їх поточного стану.

НОВИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ ДСТУ ХХХХ «ГРЕБЛІ БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ. ОСНОВНІ ВИМОГИ»

Існуючий комплекс нормативних актів та документів з проектування бетонних та залізобетонних гребель складається із державних будівельних норм України (ДБН), національних стандартів України (ДСТУ) та залишених у спадок від часів СРСР «строительных норм и правил» (СНиП) [4-6], які не відповідають сучасним вимогам до нормування в будівництві, сучасному стану безпеки та надійності при проектуванні бетонних та залізобетонних гребель, а також потребують створення на заміну СНиП нових сучасних стандартів (рис. 5).

Розроблення нової редакції ДБН В.2.4-3:2023 «Гідротехнічні споруди. Основні положення» на заміну [7] засвідчує, що проектування бетонних та залізобетонних гребель вимагає розроблення окремого самостійного національного стандарту, який повинен конкретизувати технічні вимоги, що закладені в цих нормах, і створити умови для подальшого проектування гребель з урахуванням останніх досягнень в галузі гідротехнічного будівництва. Це завдання було вирішене шляхом створення нового національного стандарту ДСТУ ХХХХ «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги».

Цей стандарт, разом з іншими ДБН та ДСТУ, входить до комплексу нормативних актів та документів з проектування ГТС, що дозволяє підвищити надійність і безпеку при проектуванні гребель бетонних та залізобетонних в різних інженерно-геологічних умовах та забезпечити високий рівень безпеки їх роботи в проектних умовах експлуатації.

ДСТУ ХХХХ «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги» розроблений ДП НДІБК в розвиток положень ДБН В.2.4-3:2023 «Гідротехнічні споруди. Основні положення» та на заміну [5]. Стандарт встановлює вимоги до проектування гребель бетонних та залізобетонних (гравітаційних, контрфорсних, аркових) при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті.

Стандарт спрямований на удосконалення проектування нових і реконструкції існуючих гребель бетонних та залізобетонних, підвищення ефективності проектування, будівництва,

експлуатації та реконструкції гребель бетонних та залізобетонних, прийняття раціональних рішень, врахування складних інженерно-геологічних та гідрологічних умов річок України.

Стандарт встановлює основні вимоги до матеріалів (бетон, арматура), окреслення граней, гребня гребель, протифільтраційних та дренажних пристроїв, спрягання гребель з основою, берегами, ґрунтовими спорудами, основні положення розрахунку гребель, захисту територій від затоплення.

Стандарт дозволить вирішити конструктивно-технічні, будівельно-технологічні проблеми та інші, які можуть виникнути на різних етапах проектування гребель, забезпечення мінімальних ризиків помилок, що не регламентовані чинними нормами і стандартами, та за відсутності достатнього досвіду або прямих аналогів у вітчизняній та світовій практиці.

Основні вимоги ДСТУ приведено у відповідність до положень [8], ліквідовано поділ класу наслідків (відповідальності) СС2 на два підкласи СС2-1 і СС2-2 та прийняті відповідні зміни щодо коефіцієнтів надійності.

Інженерні вишукування повинні забезпечувати отримання вихідних матеріалів для розроблення проекту ГТС, включаючи розрахунки, прийняття рішень з інженерного захисту, охорони довкілля.

Греблі бетонні та залізобетонні слід розраховувати на розрахункові ситуації – усталені, перехідні, випадкові (аварійні та/або сейсмічні). Навантаження і впливи необхідно приймати в найбільш несприятливих, але реальних для розглянутої розрахункової ситуації, комбінаціях, окремо для періодів будівництва, експлуатації та розрахункової ремонтної ситуації. При їх проектуванні слід використовувати розрахунки за двома групами граничних станів – за несучою здатністю та експлуатаційною придатністю.

При проектуванні гребель повинні бути передбачені інженерні заходи з охорони довкілля, а при будівництві – виконуватись заходи щодо виключення забруднень акваторії та прилеглої берегової зони будівельним та іншим сміттям, стічними водами, токсичними речовинами тощо. Проектні рішення мають передбачати заходи щодо запобігання і локалізації аварій, зменшення збитків, включаючи ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, в тому числі в результаті можливих терористичних актів.

Завдання науково-технічного супроводу щодо вирішення питань надійності гребель при проектуванні пов'язані з унікальністю компоновок гідровузлів та обмеженістю достатнього досвіду або прямих аналогів у вітчизняній та світовій практиці, а також із забезпеченням безпеки людей, захисту довкілля, надійною експлуатацією гребель на основі науково-технічного прогнозу і аналізом даних моніторингу їх технічного стану.

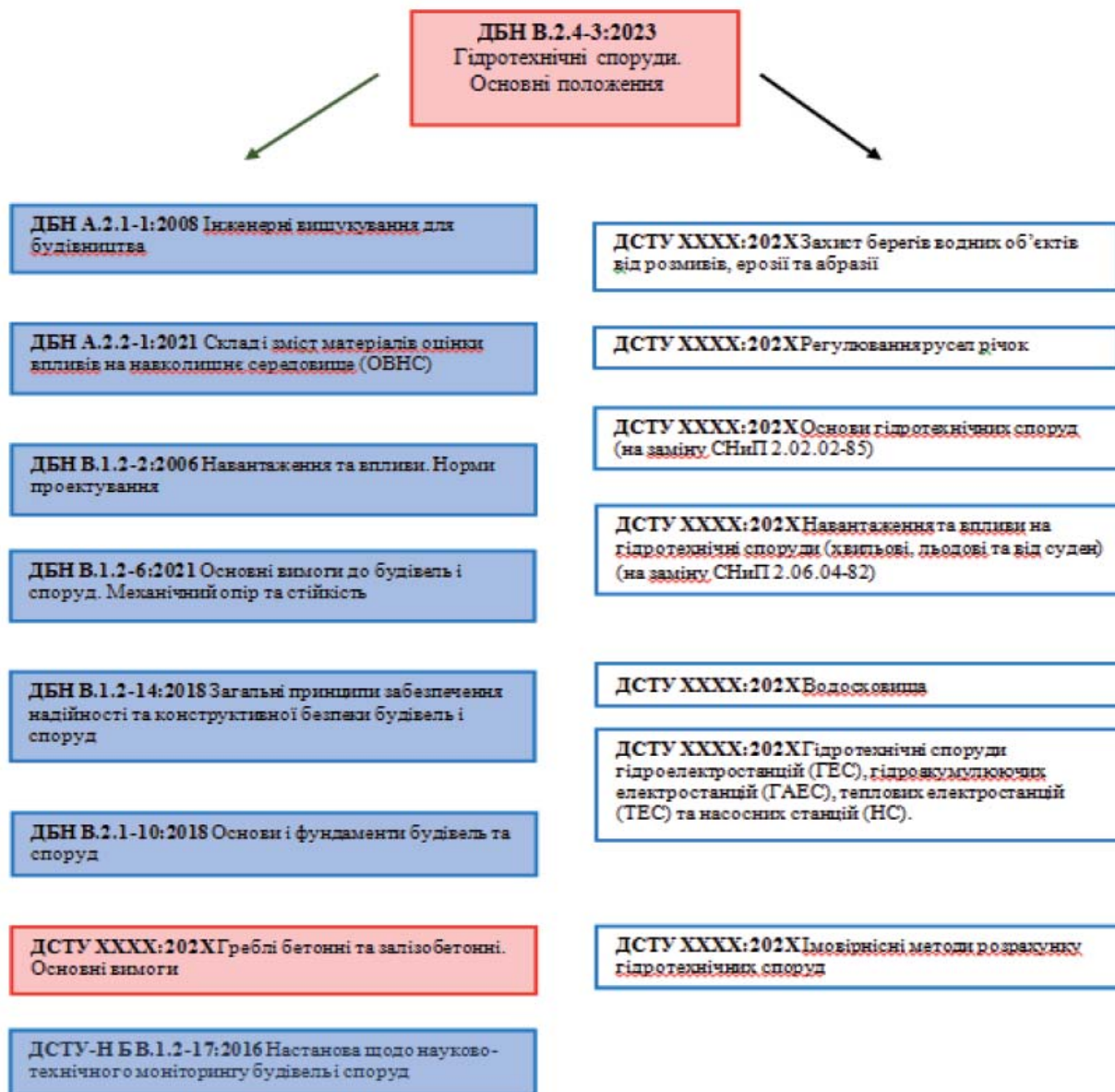


Рисунок 5 – Структура комплексу нормативних актів та документів з проектування гребель бетонних та залізобетонних (червоним кольором виділені ДБН та ДСТУ, що розроблені та знаходяться на стадії затвердження, синім – чинні ДБН та ДСТУ, червоним – ДСТУ, що розробляються, а без кольору – ДСТУ, що плануються до розробки в розвиток положень ДБН В.2.4-3:2023 та на заміну СНиП)

ВИСНОВКИ

1. Розроблено новий національний стандарт ДСТУ XXXX «Греблі бетонні та залізобетонні. Основні вимоги» з врахуванням сучасних вимог до проектування та надійності і безпеки цих гребель в проектних умовах експлуатації.
2. Цей стандарт разом з іншими ДБН та ДСТУ утворює комплекс нормативних актів та документів з проектування гребель бетонних та залізобетонних, який дозволяє підвищити надійність їх проектування в

різних інженерно-геологічних умовах та забезпечити високий рівень безпеки в проектних умовах експлуатації.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фаренюк Г. Г., Вайнберг О. І., Хлапук М. М., Шумінський В. Д. Надійність та безпека гідротехнічних споруд в умовах тривалої експлуатації. Наука та будівництво. 2019. № 2 (20). С. 4-18.



2. Фаренюк Г.Г., Вайнберг О.І., Шумінський В.Д. Надійність та безпека гідротехнічних споруд Дніпровського та Дністровського каскадів ГЕС. Наука та будівництво. 2020. № 3 (25). С. 3-12.
3. Y.Slyusarenko, O. Shevchyk, Ya. Dombrovskiy, V. Shuminskiy, O. Lisenyi. Assessment of technical state of unfinished structures of the Dnistrovska PSP. Наука та будівництво. 2021. № 2. С. 28-40.
4. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений (Основи гідротехнічних споруд). Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 45 с.
5. СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов. (Навантаження і впливи на гідротехнічні споруди (хвильові, льодові та від суден)). Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. 41 с.
6. СНиП 2.06.06-85. Плотины бетонные и железобетонные (Греблі бетонні та залізобетонні). Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 38 с.
7. ДБН В.2.4-3-2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. 37 с.
8. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2018. 36 с.
7. DBN V.2.4-3-2010. (2010). Hydraulic Structures. Basic Provisions. Kyiv: Ukrarhbuildinform.
8. DBN V.1.2-14:2018. (2018). General Principles of Reliability and Structural Safety of Buildings and Structures. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 29.06.2023

REFERENCES

1. Farenjuk, G., Vainberg, O., Khlapuk, M., & Shuminskiy, V. (2019). Reliability and Safety of Hydraulic Structures in Long-Term Operation. *Science and Construction*, 2(20), 4-18.
2. Farenjuk, G., Vainberg, O., & Shuminskiy, V. (2020). Reliability and Safety of Hydro-Technical Structures in the Dnieper and Dniester Cascade Hydropower Plants. *Science and Construction*, 3(25), 3-12.
3. Slyusarenko, Y., Shevchyk, O., Dombrovskiy, Ya., Shuminskiy, V., & Lisenyi, O. (2021). Assessment of the Technical State of Unfinished Structures of the Dnistrovska Pumped Storage Power Plant. *Journal "Science and Construction"*, 2, 28-40.
4. SNiP 2.02.02-85. (1986). Foundations of Hydraulic Structures. Moscow: TSITP Gosstroya USSR.
5. SNiP 2.06.04-82*. (1989). Loads and Effects on Hydraulic Structures (Wave, Ice, and Ship Loads). Moscow: TSITP Gosstroya USSR.
6. SNiP 2.06.06-85. (1986). Concrete and Reinforced Concrete Dams. Moscow: TSITP Gosstroya USSR.