

УДК 627.824.2/3

Я.Й. Червинський, к.т.н., с.н.с.
В.Д. Шумінський, к.т.н., доцент
В.А. Титаренко, к.т.н., с.н.с.

Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, м. Київ

РОЗРОБКА ДБН В.2.4-Х:201Х «ГРЕБЛІ З ГРУНТОВИХ МАТЕРІАЛІВ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»

Розглянуто основні положення з проектування гребель з ґрунтових матеріалів різних типів, умов їх застосування, розрахунку, особливості будівництва, експлуатації, реконструкції та ремонту, вимоги до охорони навколишнього природного середовища.

Ключові слова: ґрунтова гребля, будівельні норми.

УДК 627.824.2/3

Я.И. Червинский к.т.н., с.н.с.
В.Д. Шуминский, к.т.н., доцент
В.А. Титаренко, к.т.н., с.н.с.

Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций, г. Киев

РАЗРАБОТКА ДБН В.2.4-Х:201Х «ПЛОТИНЫ ИЗ ГРУНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ»

Рассмотрены основные положения проектирования плотин из ґрунтовых материалов разных типов, условий их применения, расчета, особенностей строительства, эксплуатации, реконструкции и ремонта, требования к охране окружающей природной среды.

Ключевые слова: ґрунтовая плотина, строительные нормы.

UDC 627.824.2/3

Ya.I. Chervinski, PhD, senior researcher
V.D. Shuminskyi, PhD, Associate Professor
V.A. Tytarenko, PhD, senior researcher

Scientific-Research Institute of Building Constructions, Kiev

PROJECT OF DBN V.2.4-X:201X «DAMS OF GROUND MATERIALS. MAIN PRINCIPLES»

Main principles of different types designing dams of ground materials, conditions of their application, calculation, peculiarities of construction, operation, reconstruction and repairs, the requirements for the protection of natural environment are considers in article.

Keywords: soil dam, building regulations.

Вступ. Державні будівельні норми В.2.4-Х:201Х «Греблі з ґрунтових матеріалів. Основні положення» розроблені під керівництвом Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК) на замовлення Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Ці норми знаходяться на розгляді в Мінрегіоні України. Вони встановлюють

загальні положення і вимоги до гребель з дамб із ґрунтових матеріалів при проектуванні та будівництві гідротехнічних споруд на території України.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Для роботи над проектом норм були залучені провідні фахівці проектних, виробничих, науково-дослідних організацій та навчальних закладів України: О.І. Вайнберг, С.О. Дворнік, К.В. Єгупов, Е.Я. Кільвандер, Ю.І. Ландау, А.М. Мишутін, Д.В. Стефанішин, О.А. Рябенко, М.М. Хлапук, автори статті та інші провідні спеціалісти з гідротехнічного будівництва [1 – 8].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. ДБН В.2.4-Х:201Х «Греблі з ґрунтових матеріалів. Основні положення» розроблено на заміну СНиП 2.06.05-84* «Плотины из ґрунтовых материалов», який було видано тридцять років тому. Низка його положень застаріли та не відповідають сучасним вимогам до проектування гребель із ґрунтових матеріалів.

Мета розробки – створення державних будівельних норм, що відповідають сучасній потребі та стану національної нормативної бази України, міжнародним нормативним документам у галузі гідротехнічного будівництва.

Основний матеріал і результати. Норми містять основні вимоги до матеріалів, з яких зводять насипні, наливні, кам'яно-земляні, кам'яно-накидні та вибухо-накидні греблі, визначення кріплень укосів, гребеня гребель, протифільтраційних і дренажних пристроїв, спрягання тіла греблі з основою, берегами, бетонними спорудами, основні положення розрахунку гребель, урахування вимог з експлуатації гребель при проектуванні. Ці норми ґрунтуються на чинних нормативних документах України у галузі гідротехніки, охорони та використання водних ресурсів, положеннях Водного й Земельного кодексів України. Вони узгоджені з діючими нормативними документами країни щодо термінів та визначення понять, що стосуються цього документа.

Дія ДБН В.2.4-Х:201Х поширюється на проектування нових і реконструкцію існуючих гребель і напірних дамб із ґрунтових матеріалів, а також на їх будівництво. Вимоги цих норм є обов'язковими при розробленні проектної документації на зведення нових і реконструкцію існуючих гребель та напірних дамб із ґрунтових матеріалів (земляних насипних і наливних, кам'яно-земляних, кам'яно-накидних та вибухонакидних), що входять до складу споруд різних видів будівництва (гідроенергетичного, водотранспортного, меліоративних систем, систем водопостачання і водовідведення, риборозведення, захисту територій від затоплення, складування рідких відходів промислових підприємств).

Будівельні норми складаються зі вступу, 11 розділів і 11 додатків.

Розділи:

1. Сфера застосування.
2. Нормативні посилання.

3. Терміни та визначення понять.
4. Основні позначки.
5. Загальні положення.
6. Земляні насипні греблі.
7. Земляні наливні греблі.
8. Кам'яно-земляні, кам'яно-накидні греблі та вибухо-накидні.
9. Основні положення розрахунку гребель.
10. Вимоги щодо експлуатації гребель з ґрунтових матеріалів при їх проектуванні та обґрунтування необхідності ремонту.
11. Вимоги до охорони навколишнього середовища.

Додатки:

1. Умови необхідності врахування порового тиску.
2. Контроль за станом гребель і основ у період будівництва та експлуатації.
3. Розрахунок норми відмиву ґрунту при зведенні земляних наливних гребель.
4. Розрахунок меж зон фракціонування зернового складу намитого ґрунту в поперечному перерізі греблі.
5. Розрахунок стійкості укосів способом похилих сил взаємодії.
6. Визначення коефіцієнта закладання хвилестійкого неукріпленого укосу греблі з піщаного ґрунту при «профілі динамічної рівноваги».
7. Особливості проектування земляних насипних гребель на слабких основах (біогенних ґрунтах і мулах).
8. Проектування гребель з металевими діафрагмами.
9. Особливості проектування гребель із ґрунтових матеріалів на підроблюваних територіях.
10. Основні види порушень гребель із ґрунтових матеріалів і способи їх усунення.

Класи наслідків (відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів установлюють за таблицею 1 з урахуванням норм [5 і 6].

Категорію складності греблі з ґрунтових матеріалів визначають на підставі її класу наслідків (відповідальності) за таблицею 2 та норм [8 і 3]. Класу наслідків (відповідальності) СС2 (підклас СС2-1) відповідає ІV категорія складності греблі з ґрунтових матеріалів, а класу наслідків (відповідальності) СС2 (підклас СС2-2) – ІІІ категорія складності.

Підвищення класу наслідків (відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів усіх видів до СС3 згідно з нормами [8] і Законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [1] слід проводити після обґрунтування відповідними розрахунками можливості існування реальної загрози виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

У складі проектів ґрунтових гребель класів наслідків (відповідальності) СС3 і СС2 слід призначати зони катастрофічного затоплення та розробляти розділ «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту» відповідно до вимог норм [4 і 7].

Таблиця 1 – Визначення класу наслідків (відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів

Клас наслідків (відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів	Тип ґрунту основи	Висота греблі, м, при класі наслідків (відповідальності) гребель з ґрунтових матеріалів	Категорія складності гребель із ґрунтових матеріалів	Характеристика можливих наслідків від відмови гребель з ґрунтових матеріалів						
				Можлива небезпека			Обсяг можливого економічного збитку	Втрата об'єктів культурної спадщини	Припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури	
				Для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті	Для здоров'я і життя людей, котрі періодично перебувають на об'єкті	Для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта				
				кількість осіб	кількість осіб	кількість осіб	м.р.з.п	категорії об'єктів	рівень	
CC3	I	> 80	V	понад 400	понад 1000	понад 50000	понад 150000	національного значення	загально-державний	
	II	> 65		IV	300 – 400	500 – 1000	10000 – 50000	15000 – 150000	місцевого значення	регіональний
	III	> 50								
CC2	підклас CC2-1	I	50 – 80	III	50 – 300	100 – 500	100 – 10000	2000 – 15000	–	місцевий
		II	36 – 65							
		III	25 – 50							
	підклас CC2-2	I	20 – 50	II	0 – 50	50 – 100	до 100	до 2000	–	–
		II	15 – 35							
		III	15 – 25							
CC1	I	I	<20	II	0 – 50	50 – 100	до 100	до 2000	–	–
		II	<15							
		III	<15							
	II	I	тимчасові споруди	I	0	до 50	до 100	до 2000	–	–
		II								
		III								

Примітка 1: Типи ґрунтів: I – скельні; II – піщані, великоуламкові та глинисті у твердому і напівтвердому стані; III – глинисті водонасичені ґрунти в пластичному стані;

Примітка 2: Тимчасові споруди, згідно з 2.1.2 ДБН В.24-3, у випадку, якщо руйнування цих споруд може викликати наслідки катастрофічного характеру або значну затримку зведення основних споруд класів наслідків (відповідальності) CC3 і CC2 (підклас CC2-1), слід відносити їх при відповідному обґрунтуванні до класу CC2 (підклас CC2-2).

У проектах гідровузлів із греблями з ґрунтових матеріалів виконують розрахунки з оцінювання можливих матеріальних і соціальних збитків від потенційних аварій гідротехнічних споруд та передбачають заходи щодо зниження негативних впливів можливих аварій на навколишнє середовище, на стан захисту населення і територій відповідно до норм [6].

Тип греблі (табл. 3) слід вибирати залежно від топографічних та інженерно-геологічних умов основи і берегів, гідрологічних і кліматичних умов району будівництва, величини напору води, наявності ґрунтових будівельних матеріалів, сейсмічності району, загальної схеми організації будівництва й виконання робіт, особливостей пропуску будівельних витрат води та пропуску експлуатаційних витрат води, термінів уведення в експлуатацію й умов експлуатації греблі.

Таблиця 2 – Визначення категорії складності гребель із ґрунтових матеріалів з урахуванням класу наслідків (відповідальності)

СС3				СС2						СС1					
				підклас СС2-1			підклас СС2-2								
Тип ґрунту основи	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Висота греблі, м	> 80	> 65	> 50	50—80	36—65	25—50	20—50	15—35	15—25	<20	<15	<15	тимчасові споруди		
Категорія складності	V			IV			III			II			I		

Примітка 1: Типи ґрунтів: I – скельні; II – піщані, великоуламкові та глинисті у твердому і напівтвердому стані; III – глинисті водонасичені ґрунти в пластичному стані.

Примітка 2: Тимчасові споруди, згідно з 2.1.2 ДБН В.24-3, у випадку, якщо руйнування цих споруд може викликати наслідки катастрофічного характеру або значну затримку зведення основних споруд класів наслідків (відповідальності) СС3 і СС2 (підклас СС2-1), слід відносити їх при відповідному обґрунтуванні до класу СС2 (підклас СС2-2).

Тип і конструкцію греблі потрібно вибирати на підставі техніко-економічного порівняння варіантів, що враховують технологію будівельних робіт, а також загальне компонування гідровузла. Варіанти, які порівнюються, повинні мати однаковий ступінь розроблення і надійності.

Залежно від матеріалу тіла греблі та протифільтраційних пристроїв, а також способів зведення греблі з ґрунтових матеріалів, греблі поділяють на основні типи, наведені в таблиці 3. Можливі й інші типи гребель із ґрунтових матеріалів. Створ гідровузла з греблею з неґрунтових матеріалів слід вибирати на підставі техніко-економічного порівняння варіантів у поєднанні з компонуванням гідровузла і залежно від топографічних, гідрологічних та інженерно-геологічних умов майданчика будівництва і вимог охорони природного середовища.

Таблиця 3 – Основні типи гребель

Тип греблі	Відмінні ознаки
Земляна насипна	Ґрунти – від глинистих до піщано-гравійних; відсипають насухо з ущільненням або у воду
Земляна намивна	Ґрунти – від глинистих до піщано-гравійних; намивають засобами гідромеханізації
Кам'яно-земляна	Ґрунти – гравійно-галечні або гірська маса скельних та напівскельних порід; ґрунти протифільтраційних пристроїв – від глинистих до дрібнопіщаних
Кам'яно-накидна	Ґрунти – гравійно-галечні чи гірська маса скельних і напівскельних порід; протифільтраційні пристрої – з неґрунтових матеріалів, або комбіновані: ґрунт та ін'єкція цементним розчином тощо

За інших рівних умов слід, як правило, вибирати створ у найбільш вузькій частині долини річки зі скельною основою.

При цьому необхідно враховувати:

– необхідність розташування водопропускних споруд таким чином, щоб уникнути небезпечних розмивів берегів, підмиву греблі при скиданні

води в нижній б'єф і відкладення продуктів розмиву в розмірах, що погіршують умови експлуатації гідровузла;

- можливість пропуску води через створ греблі в період її будівництва, а також можливість прокладення по греблі й на підходах до неї доріг різного призначення (транспортних шляхів (автомобільних, залізничних) та доріг для потреб експлуатації) як у період будівництва, так і в період експлуатації;

- доцільність включення перемичок (банкетів), необхідних для перекриття русла річки в період будівництва гідровузла, в тіло греблі;

- можливість тимчасової експлуатації греблі в період будівництва при частково заповненому водосховищі;

- режим витрат і рівнів водотоку;

- умови пропуску льоду, наносів, суден, риби й інші спеціальні вимоги, заявлені до проектного об'єкта;

- можливість утворення незамерзаючої ополонки в нижньому б'єфі і її вплив на підвищення вологості повітря й утворення туману на прилеглій території.

Земляні насипні греблі за конструкцією їх тіла та протифільтраційних пристроїв у тілі й основі греблі поділяються на такі основні види, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Види земляних насипних гребель

Елементи греблі	Вид греблі
Тіло греблі	Однорідна Неоднорідна З екраном з негрунтових матеріалів З ґрунтовим ядром (вертикальним або похилим) З негрунтовою діафрагмою З ґрунтовим екраном
Протифільтраційні пристрої в основі греблі	Із зубом З ін'єкційною (цементацийною тощо) завісою Зі стінкою та шпунтом З понуром

Примітка: Конструкції тіла греблі можуть поєднуватися з різними конструкціями протифільтраційних пристроїв в її основі; вибір залежить від геології основи й обґрунтовується розрахунками і техніко-економічним зіставленням варіантів. Можливе спрягання тіла греблі з основою без протифільтраційних пристроїв.

При проектуванні земляних насипних гребель на нескельній основі слід віддавати перевагу однорідним греблям, а також греблям із ґрунтовим протифільтраційним пристроєм (призмою, ядром, екраном).

При розрахунках гребель із ґрунтових матеріалів за методом граничних станів необхідно відповідно до норм [6] дотримуватися умови, що забезпечує недопущення виникнення граничних станів,

$$\gamma_{lc} \cdot F = \frac{R}{\gamma_n}, \quad (1)$$

де F – розрахункове значення узагальненого силового впливу (сила, момент, напруження), градієнта напору, деформації або іншого параметра, за яким оцінюють можливості настання граничного стану, котрий визначають з урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням γ_f ; R – розрахункове значення узагальненої несучої здатності, градієнта напору, деформації або іншого параметра, за яким оцінюють можливості настання граничного стану, що визначається з урахуванням коефіцієнта надійності по ґрунту γ_g й умов роботи γ_c , які у формулі (1) прийняті 1,00.

Для гребель класів наслідків (відповідальності) СС3 і СС2 (підклас СС2-1) рекомендується виконувати розрахунки загальної міцності греблі та її основи методом редукції сил, відповідно до якого коефіцієнт запасу стійкості укосу греблі k_{st} визначають як відношення розрахункових зсувних характеристик ґрунтів $tg\varphi$ і c до зсувних характеристик ґрунтів $tg\varphi_{lim}$ і c_{lim} , при яких гребля знаходиться в стані граничної рівноваги,

$$k_{st} = \frac{tg\varphi}{tg\varphi_{lim}} = \frac{c}{c_{lim}} \geq k_{sn} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{lc}}{\gamma_c}, \quad (2)$$

де k_{sn} – нормативне значення коефіцієнта запасу стійкості укосу греблі, яке приймається залежно від класу наслідків (відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів; γ_{lc} – коефіцієнт поєднання навантажень (згідно з ДБН В.2.4-3); γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) гребель із ґрунтових матеріалів (згідно ДБН В.2.4-3); γ_c – коефіцієнт умов роботи (згідно з ДБН В.2.4-3).

Відповідно до норм [5] орієнтовне значення встановленого терміну експлуатації гребель із ґрунтових матеріалів складає 120 років і може бути уточнене відповідними техніко-економічними розрахунками. Греблі з ґрунтових матеріалів протягом усього періоду експлуатації повинні відповідати проектним характеристикам щодо міцності, стійкості та довговічності, а також водонепроникності й морозостійкості. На весь період експлуатації гребель із ґрунтових матеріалів повинна бути забезпечена їхня безпечна та надійна робота. Особливу увагу при експлуатації гребель із ґрунтових матеріалів слід звертати на забезпечення надійної роботи їх протифільтраційних і дренажних пристроїв.

Греблю вважають працездатною та справною при виконанні умов:

- значення контролюючих показників стану відповідають гранично допустимим, установленим для працездатного та справного стану споруди;
- візуальними спостереженнями не виявлено потенційно небезпечних ушкоджень і несприятливих процесів.

Стан греблі оцінюють як аварійний (граничний) у тих випадках, коли:

- візуальними спостереженнями виявлені порушення або процеси, розвиток яких може призвести до руйнування (аварії) греблі;
- один (кілька) показників стану споруди досягли критичних значень (КЗ).

Аварії на греблях з ґрунтових матеріалів спричиняють руйнування напірного фронту в результаті: переливу через гребінь, порушення фільтраційної міцності тіла греблі, її основи, місць спряження греблі з бетонними спорудами і берегами, зсуву укосів тощо.

Відновлювальні роботи виконують на основі:

- аналізу умов експлуатації греблі;
- встановлення причин аварії;
- виконавчої зйомки місць аварії;
- інженерно-геологічних та науково-дослідних робіт;
- проектних робіт з відновлення;
- оцінки доцільності проведення відновлювальних робіт або консервації греблі.

Реконструкцію гребель із ґрунтових матеріалів слід здійснювати за необхідності:

- збільшення корисного об'єму водосховища;
- підвищення до проектних відміток гребель, зведених на просідаючих, біогенних та інших слабких ґрунтах;
- підвищення вимог до надійності споруди й умов її експлуатації;
- підвищення економічності споруди за рахунок зменшення витрат води і витрат на її експлуатацію;
- змін умов експлуатації;
- виконання вимог з охорони природного середовища.

При будівництві гребель із ґрунтових матеріалів необхідно виконати комплексну оцінку їх впливу на навколишнє середовища відповідно до вимог норм [1] для раціонального використання природних ресурсів, обліку найближчих та віддалених екологічних, економічних, соціальних, демографічних наслідків будівництва при пріоритеті охорони здоров'я людини, благополуччя населення.

При будівництві ґрунтових гребель необхідно враховувати їх потенційний прямий та опосередкований вплив на компоненти навколишнього природного середовища, а саме:

- режим річок: гідравлічний (зміна витрат, швидкостей, замулення верхнього б'єфа та розмив нижнього б'єфа), русловий (зміна руслових процесів, процесів перенесення й седиментації наносів), гідрохімічний (включення в біотичний кругообіг забруднюючих, токсичних і чужорідних природному середовищу різноманітних хімічних інгредієнтів теригенного походження, що веде до зміни хімічного складу води), льодотермічний (зміна температури повітря, води і ґрунтів, що призводить до зміни процесу льодоутворення) режими та санітарний стан водного об'єкта (зміна якості води);
- геологічне середовище (формування нової берегової лінії, підтоплення та заболочування території, зміна гідрогеологічного режиму, активізація екзогенних процесів – наведена сейсмічність тощо);

– елементи біосфери (зміна гідробіологічного режиму водотоку, вплив на ґрунти, рибне господарство (місця нересту риби, необхідність улаштування рибопропускних, рибозахисних споруд), рослинний, тваринний світ тощо).

Висновок. Уведення в дію ДБН В.2.4-Х:201Х «Греблі з ґрунтових матеріалів. Основні положення» дозволить привести проектування гребель із ґрунтових матеріалів у відповідність до сучасних вимог, більш виважено приймати тип греблі з ґрунтових матеріалів, обґрунтовано призначати її параметри, підвищити надійність роботи й безпеку.

Література

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III.
2. ДБН А.2.2-1-2003. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К. : Держбуд України, 2004. – 23 с.
3. ДБН А.2.2-3-2012. Проектування. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К. : Держбуд України, 2012. – 25 с.
4. ДБН В.1.2-4-2006. Системи надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). – К. : Держбуд України, 2006. – 34 с.
5. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К. : Держбуд України, 2009. – 47 с.
6. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення. – К. : Держбуд України, 2011. – 38 с.
7. ДСТУ Б А.2.2-7:2010. Проектування. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об'єктів. Основні положення. – К. : Держбуд України, 2010. – 39 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. – К. : Держбуд України, 2013. – 37 с.

Надійшла до редакції 18.03.2014

©Я.Й. Червинський, В.Д. Шумінський, В.А.Титаренко