АВТОРИ

ШУМІНСЬКИЙ В.Д.
Канд. техн. наук,
пров. наук. співробітник,
ДП «Державний
науково-дослідний
інститут будівельних
конструкцій»

ТИТАРЕНКО В.А.,
Канд. техн. наук,
завідувач відділення,
ДП «Державний
науково-дослідний
інститут будівельних
конструкцій»

СТОЛЯРЧУК Ю.Ф.
Завідувач відділу
ДП «Державний
науково-дослідний
інститут будівельних
конструкцій»

КОРНІЙЧУК В.І.
Інженер-
гідротехнік
Національного
університету
водного господар-
ства та природоко-
ристування

ХЛАПУК М.М.
Докт. техн. наук,
директор
навчально-
наукового інституту
водного госпо-
дарства та приро-
додоблаштування
НУВГП

ТКАЧУК О.А.
докт. техн. наук,
завідувач кафедри
Національного
університету
водного господар-
ства та природоко-
ристування

РОЗРОБКА ДБН «ГРЕБЛІ З ҐРУНТОВИХ МАТЕРІАЛІВ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»

УДК 627.824.2/3

АНОТАЦІЯ

ДБН встановлює основні положення до проектування гребель і напірних дамб з ґрунтових матеріалів при ново-
му будівництві, реконструкції та капітальному ремонті
гідротехнічних споруд для об'єктів гідроенергетики, захисту
територій від затоплення, складування рідких відходів про-
мислових підприємств тощо.

*The DBN document determines the basic provisions for designing
the dams and pressure dikes made of soil materials for the
new construction, reconstruction and overhaul of hydraulic
engineering structures for the hydropower industry facilities,
territories protection against flooding, storage of industrial
enterprises liquid wastes etc.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА

греблі з ґрунтових матеріалів, проектування, експлуатація,
ремонт, стійкість, розрахунки

ВСТУП

ДБН В.2.4-20:201Х «Греблі з ґрунтових матері-
алів. Основні положення» розроблено на заміну
СНиП 2.06.05-84* «Плотины из ґрунтовых мате-
риалов». Для роботи над проектом ДБН були за-
лучені провідні фахівці національних проектних,
виробничих, науково-дослідних організацій та
навчальних закладів в галузі гідротехніки, геотех-
ніки та сейсмічних досліджень.

В ДБН містяться основні вимоги до фізико-
механічних, фільтраційних та теплофізичних ха-
рактеристик ґрунтів, окреслення і кріплення ук-
сів, гребеня гребель, протифільтраційних та дре-
нажних пристроїв, спрягання гребель з основою,
берегами, бетонними спорудами, основні поло-
ження розрахунку гребель, особливості та склад
інженерних вишукувань, вимоги щодо оцінки
впливу будівництва на навколишнє середовище,
попередження, усунення або зниження до безпеч-

ного рівня негативного впливу гребель на екосистему.

При проектуванні гребель і напірних дамб з ґрунтових матеріалів слід виконувати вимоги Державних будівельних норм [1 - 6].

МЕТА РОЗРОБЛЕННЯ ДБН В.2.4-20:201Х «ГРЕБЛІ З ҐРУНТОВИХ МАТЕРІАЛІВ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»

Розробка ДБН спрямована на проектування нових і реконструкцію існуючих гребель з ґрунтових матеріалів, а саме:

- забезпечення більш надійної роботи гребель з ґрунтових матеріалів в складних інженерно-геологічних та гідрологічних умовах території та річок України;
- підвищення якості проектування, будівництва, експлуатації та реконструкції гребель з ґрунтових матеріалів за рахунок зменшення витрат шляхом прийняття раціональних рішень, врахування складних інженерно-геологічних та гідрологічних умов території та річок України.

ДБН, що розроблені, встановлюють вимоги щодо вибору створу гідровузла, включаючи сейсмічні райони, райони поширення ґрунтів з особливими властивостями (просадні, ґрунти, що набрякають, насипні, наливні тощо), території над гірничими виробками, а також райони з можливим розвитком інших небезпечних геологічних процесів (підтоплення, затоплення, ерозія та розмиви берегів водотоків і водойм, абразія, карст, суфозія тощо).

Греблі з ґрунтових матеріалів повинні функціонувати в екстремальних умовах під постійним впливом води, що знаходиться постійно в русі. Термін їх служби повинен відповідати строку служби гідровузлів, в склад якого вони входять. Заходи інженерного захисту слід проектувати комплексно з урахуванням прогнозу зміни природних умов, що пов'язані зі зведенням об'єктів захисту і освоєнням зсувонебезпечних і зсувних територій.

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ

Переважаюча більшість гідровузлів в світі має греблі з ґрунтових матеріалів, що входять до складу напірного фронту. При проектуванні гідровузлів повинні виконуватися розрахунки з оцінки можливих матеріальних і соціальних збитків від потенційних аварій гідротехнічних споруд та передба-

чатися заходи щодо зниження негативних впливів можливих аварій на навколишнє природне середовище, на стан захисту населення і територій відповідно до [2].

При проектуванні гідровузлів повинні бути передбачені конструктивно-технологічні рішення із запобігання розвитку можливих небезпечних ушкоджень і аварійних ситуацій, що можуть виникнути в період їх будівництва та експлуатації. Для цього в проектах повинні передбачатися технічні рішення з використання в будівельний і експлуатаційний періоди кар'єрів і резервів ґрунтів; виробничих об'єктів, транспорту і обладнання; баз будівництва; мостів, під'їзних доріг у районі можливої аварії і на території об'єкта; автономних або резервних джерел електроенергії і ліній електропередачі; інших заходів оперативних дій для попередження виникнення аварійних ситуацій на об'єкті.

У проектній документації водонапірних гідротехнічних споруд залежно від класу наслідків (відповідальності) слід передбачати облаштування автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та систем локального оповіщення персоналу і населення відповідно до ДБН В.2.5-76:2014 «Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та сповіщення населення». Ці системи повинні забезпечувати обмін інформацією при аварії на гідротехнічних спорудах із територіальними системами оповіщення населення відповідних адміністративно-територіальних одиниць.

Греблі з ґрунтових матеріалів за конструкцією тіла і протифільтраційних пристроїв у їхній основі поділяють на основні види, що наведено на рис. 1.

Рис.1. Види земляних насипних гребель:

- а-ж: 1 – тіло греблі; 2 – поверхня депресії; 3 – дренаж; 4 – кріплення укосів; 5 – верхова ґрунтова протифільтраційна призма; 6 – діафрагма; 7 – верхова призма; 8 – низова призма; 9 – перехідний шар; 10 – екран з неґрунтових матеріалів; 11 – ґрунтове ядро; 12 – центральна ґрунтова протифільтраційна призма; 13 – шпунт або стінка; 14 – понур; 15 – ін'єкційна (це-ментаційна) завіса (висяча); 16 – зуб; 17 – ґрунтовий екран; h – висота греблі; b – ширина греблі понизу; b_{um} – ширина протифільтраційного пристрою понизу; b_{up} – ширина греблі по гребеню; m_0 – коефіцієнт верхового укосу; m_1 – коефіцієнт низового укосу

Для земляних насипних гребель слід використовувати всі види ґрунтів за винятком тих, що містять водорозчинні включення хлоридних солей понад 5 %, сульфатних або сульфатохлоридних – понад 10 % за масою, а також ґрунтів, які містять нерозкладені органічні речовини (рештки рослин) – понад 5 % за масою або повністю розкладені органічні речовини, що перебувають в аморфному стані, – понад 8 % за масою.

При виборі типу ґрунтової греблі слід розглядати такі умови:

- наявність матеріалів для зведення тіла греблі поблизу створу;
- інженерно-геологічні умови створу, його особливості: водопроникність ґрунту або скельних порід в основі греблі та їхні міцнісні властивості;
- гідрологічні умови створу і можливості пропуску паводкових витрат;
- кліматичні умови у створі будівництва (тривалий період низьких температур, велика кількість атмосферних опадів, тривалий період високих температур);
- сейсмічність району, оскільки конструкція греблі має забезпечувати її надійність при землетрусах;
- виконання робіт (наявність парку будівельних машин, досвід будівельної організації тощо).

Коефіцієнти закладання укосів греблі слід визначати, виходячи з умов стійкості їх, при цьому враховують:

- фізико-механічні характеристики ґрунтів укосів і основи;
- сили, що діють на укоси: власна маса, вплив води (зважування, фільтраційні сили, каплярний тиск, вітрова хвиля, сейсмічні, динамічні, зовнішні навантаження на гребені і укосах тощо);
- висоту греблі;
- роботи, що пов'язані з будівництвом греблі, та умови її експлуатації.

Для попереднього визначення коефіцієнтів закладання укосів допускається користуватися аналогічними даними побудованих споруд з подальшою перевіркою розрахунком стійкості укосів.

Ширину гребеня приймають не менше 4,5 м, виходячи з умов виконання робіт і експлуатації. Якщо по гребеню греблі передбачено будівництво дороги, то його ширина і тип покриття проїжджої частини залежать від її категорії.

Укоси земляних насипних гребель слід захищати спеціальними кріпленнями, розрахованими на дію хвиль, криги, течії води, зміну рівня води, атмосферних опадів тощо.

Для захисту верхового укосу, як правило, слід застосовувати такі види кріплень:

- кам'яні (насипні);
- бетонні монолітні, залізобетонні збірні і мо-

нолітні;

- асфальтобетонні;
- біологічні.

Влаштування дренажу тіла земляної греблі слід проектувати з метою:

- а) організованого відведення води, що фільтрується через тіло і основу греблі, у нижній б'єф;
- б) запобігання виходу фільтраційного потоку на низовий укіс і в зону, що зазнає промерзання;
- в) економічно обґрунтованого зниження депресійної поверхні для підвищення стійкості низового укосу (внутрішній дренаж);
- г) підвищення стійкості верхового укосу у разі швидкого спрацювання водосховища;
- д) організоване відведення фільтраційного потоку в нижній б'єф за межі греблі.

Зворотні фільтри слід передбачати на контакті дренажу (або привантаження) і дренажного тіла греблі, ядра, екрана або основи греблі.

Зворотні фільтри допускається не влаштовувати у разі спеціального обґрунтування; зокрема, влаштування зворотного фільтра по контакту з дренажем є необов'язковим, якщо тіло, що дремує, складене гравелістими пісками, гравійними ґрунтами тощо.

Зерновий склад матеріалу зворотного фільтра слід підбирати з урахуванням фізичних характеристик ґрунту, що дронується, і наявних місцевих фільтрових матеріалів.

Клас наслідків (відповідальності) гребель з ґрунтових матеріалів встановлюють відповідно до вимог [2, 3].

У процесі проектування гребель з ґрунтових матеріалів класів наслідків (відповідальності) СС3 та СС2-1 слід виконувати такі основні розрахунки:

- а) фільтраційні;
- б) фільтраційної міцності;
- в) зворотних фільтрів, дренажів і перехідних шарів;
- г) стійкості укосів, екрана і захисного шару;
- д) напружень і деформацій;
- е) осідання тіла греблі і основи;
- ж) горизонтальних зміщень;
- з) кріплення укосів на міцність від дії хвиль, криги тощо.

Для гребель класів наслідків (відповідальності) СС2-2 та СС1 слід обмежуватися розрахунками, що зазначено в пунктах а), г), е), з).

Укіс греблі з ґрунтових матеріалів вважається стійким у разі виконання умови:

$$k_{st} = \frac{R}{F} \geq k_{sn} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c}, \quad (1)$$

де k_{st} – розрахунковий коефіцієнт стійкості; k_{sn} – нормований (мінімально необхідний) коефіцієнт запасу стійкості; F – розрахункове значення узагальненого силового впливу (сила, момент, напру-

ження), градієнта напору, деформації або іншого параметра, за яким виконують оцінку можливості настання граничного стану; R – розрахункове значення узагальненої несучої здатності, градієнта напору, деформації або іншого параметра, за яким виконується оцінка можливості настання граничного стану; γ_n , γ_{fe} – коефіцієнти відповідно надійності за навантаженням, відповідальності споруди та сполучення навантажень; γ_c – коефіцієнт умов роботи.

При проектуванні гребель з ґрунтових матеріалів слід враховувати вплив водосховища на навколишнє природне середовище:

- зміну гідрологічного режиму річки;
- можливість затоплення і підтоплення прилеглих територій: орних земель, лісів, населених пунктів та необхідність їх захисту;
- способи захисту;
- зміну гідрогеологічних умов прилеглих територій;
- рекультивація земель, що зайняті під будівництво.

Підтримання споруди у нормальному режимі його функціонування слід проводити шляхом організації систематичних спостережень за станом гребель з ґрунтових матеріалів (за фільтраційними процесами, деформаціями тіла греблі і основи, конструкціями кріплення укусу) за допомогою встановлених у тілі греблі (дамби) датчиків та приладів і своєчасної ліквідації можливих ушкоджень гребель з ґрунтових матеріалів.

План розташування Дністровського каскаду ГЕС та ГАЕС наведено на рис. 2, а вид на верхню водойму Дністровської ГАЕС, утворену огорожувальною дамбою з ґрунтових матеріалів з

відміткою верха гребеня 231,50 м, на – рис. 3.

Загальні види на Дністровську ГЕС-1 та ГЕС-2 з боку нижнього б'єфу наведено відповідно на рис. 4. та 5.

Рис.3. Вид на верхню водойму Дністровської ГАЕС.

Рис.4. Вид на Дністровську ГЕС-1 з боку нижнього б'єфу.

Рис.2. План розташування Дністровського каскаду ГЕС та ГАЕС на р. Дністер.

Рис.5. Вид на Дністровську ГЕС-2 з боку нижнього б'єфу.

Таблиця 1. Характеристики гребель з ґрунтових матеріалів Дністровського каскаду

ГЕС або ГАЕС	НПР/ФПР, м	РМО, м	$V_{\text{пов}}/V_{\text{кор}}$ млн. м ³	$A_{\text{НПР}}$, км ²	ВГ, м	Н, м	$H_{\text{гр}}$, м	L, м	B, м	$B_{\text{гр}}$, м	m_h	m_t
ГЕС-1	121,0/125,0	102,0	3000/2000	142	127,0	53/41	59/47,5	620/270	300/163	12/34	1,8	1,7
ГЕС-2	77,1/82,0	67,6	70,1/60,1	6,05	84,00	13,1/2,6	22/19,2	510/19,2	197/178	12/31	3,5-4,0	3,0-3,5
ГАЕС	229,5/—	215,5	41,4/32,7	3,00	231,5	154,9	35,0	7250	170	7,2	3,5	2,0-3,5

Примітка. В таблиці наведено наступні позначення: НПР – нормальний підпірний рівень; ФПР – форсований підпірний рівень; РМО – рівень мертвого об'єму; $V_{\text{пов}}$ – повний об'єм водосховища; $V_{\text{кор}}$ – корисний об'єм водосховища; $A_{\text{НПР}}$ – площа дзеркала водосховища; ВГ – відмітка верху греблі; Н – напір на греблю; $H_{\text{гр}}$ – висота греблі; L – довжина греблі по гребеню; B – ширина греблі низом; $B_{\text{гр}}$ – ширина гребеня греблі; m_h – коефіцієнт закладання верхового укосу греблі; m_t – коефіцієнт закладання низового укосу греблі

Загальна характеристика гребель з ґрунтових матеріалів Дністровського каскаду наведена в табл. 1.

Фільтраційні розрахунки, що необхідні для визначення фільтраційного режиму системи «гребля – основа, включаючи берегові примикання», слід виконувати в рамках рішення просторових стаціонарних задач теорії фільтрації для всіх можливих несприятливих розрахункових поєднань рівнів води у верхньому і нижньому б'єфах. При значній довжині греблі для характерних поперечних перерізів, віддалених від берегових примикань, слід розв'язувати двомірні задачі теорії фільтрації. У необхідних випадках (для гребель класів наслідків (відповідальності) СС3 і СС2 (підклас СС2-1) слід розглядати нестационарні задачі теорії фільтрації.

При виконанні фільтраційних розрахунків слід враховувати неоднорідність і анізотропність фільтраційних властивостей ґрунтів тіла греблі, основи і берегових примикань, а також кольматаж ложа водосховища і верхового укосу греблі при його розвитку в часі. У необхідних випадках слід враховувати вплив напружено-деформованого стану на фільтраційні властивості ґрунтів тіла греблі, основи і берегових примикань.

При виконанні фільтраційних розрахунків для гребель класів наслідків (відповідальності) СС2 (підклас СС2-2) і СС1 допускають обмежитись рішенням двомірних задач спрощеними гідравлічними методами теорії фільтрації для характерних поперечних перерізів гребель.

При оцінці фільтраційної міцності необхідно виконувати умову:

$$J_{\text{est},m} \leq \frac{1}{\gamma_n} J_{\text{cr},m}, \quad (1)$$

де $J_{\text{est},m}$ – діючий середній градієнт напору в розрахунковій області фільтрації; $J_{\text{cr},m}$ – критичний середній градієнт напору, прийнятий на основі досліджень ґрунтів в умовах, що відповідають реальним умовам експлуатації споруди. У попередніх (наближених) розрахунках і за відсутності необхідних досліджень значення $J_{\text{cr},m}$ можуть бути прийняті відповідно до наявних аналогів або згідно табл. 2; γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) гідротехнічних споруд залежить від соціальних, екологічних і економічних наслідків пошкоджень і руйнувань, прийнятий: при розрахунках за граничними станами першої та другої груп для різних класів наслідків (відповідальності) споруд та визначають за [2].

Градiєнт напору фільтраційного потоку для ядра або екрану з глинобетону або глинистого ґрунту кам'яно-земляних гребель слід приймати за критерієм фільтраційної міцності відповідно до табл. 2.

Протифільтраційні пристрої кам'яно-земляних і кам'яно-накидних гребель повинні спрягатись з основою і береговими схилами і зберігати водонепроникність, міцність і гнучкість при можливих деформаціях.

Між ґрунтовим протифільтраційним пристроєм і крупноуламковим матеріалом тіла греблі слід передбачати зворотні фільтри і перехідні шари. Товщину перехідних шарів слід вибирати, виходячи з умов виконання робіт з урахуванням можливих горизонтальних зміщень греблі і приймати не менше ніж 3 м.

Таблиця 2. Значення критичних градієнтів напору

Ґрунт	Критичні середні градієнти напору $J_{\text{cr},m}$ для		
	понура	екрана і ядра	тіла і призми греблі
Глина, глинобетон	15	12	Від 8 до 2 включно
Суглинок	10	8	Від 4 до 1,5 включно
Супісок	3	2	Від 2 до 1 включно
Пісок:			
Середній	—	—	1
Дрібний	—	—	0,75

Примітка 1. Перевірку фільтраційної міцності тіла або призми греблі з ґрунтових матеріалів виконують для поперечного профілю, призначеного згідно з розрахунками стійкості укосів.

Примітка 2. В результаті перевірки фільтраційної міцності уточнюють конструкцію греблі, зокрема місце розташування дренажу.

Примітка 3. Значення критичного середнього градієнту напору приймають в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту і способу його укладання, причому більші значення $J_{\text{cr},m}$ вибирають для щільнішого ґрунту.

Для підвищення фільтраційної міцності ґрунтових протифільтраційних пристроїв кам'яно-земляних гребель слід передбачати:

- уширення ядра або екрану на берегових примиканнях і в основі;
- укладання додаткового шару зворотного фільтру в межах спрягання ґрунтового протифільтраційного пристрою з основою і берегами;
- зведення екрану або ядра з різнозернистих глинистих ґрунтів, здатних, у разі утворення тріщин, їх заколюмувати.

Результати фільтраційних розрахунків гребель із ґрунтових матеріалів слід використовувати для:

- а) обґрунтування найбільш раціональних і економічних форм, розмірів і конструкцій греблі, її протифільтраційних і дренажних пристроїв;
- б) визначення напружено-деформованого стану системи «гребля – основа»;
- в) визначення фільтраційної міцності тіла греблі, її основи і берегів;
- г) виконання розрахунків міцності тіла греблі, її основи і берегових примикань, а також стійкості укосів греблі і берегів.

Міжвідомча комісія, до складу якої увійшли провідні фахівці в галузі гідротехніки та гідроенергетики з різних організацій та підприємств, обстежила в 2014 році гідротехнічні споруди (в тому числі греблі з ґрунтових матеріалів) та механічне обладнання гідроелектростанцій Дніпровського та Дністровського каскадів і встановила, що всі гідротехнічні споруди та їх механічне обладнання знаходяться в працездатному експлуатаційному стані, відповідають вимогам проекту і можуть виконувати свої функціональні призначення в проектних режимах.

Міжвідомча комісія прийшла до виснов-

ку щодо необхідності проведення паспортизації технічного стану гідротехнічних споруд (включаючи греблі з ґрунтових матеріалів) Дніпровського та Дністровського каскадів ГЕС та передбачити в програмах перспективних робіт виконання сейсмічного районування територій розташування ГЕС та ГАЕС.

Про небезпеку руйнувань гребель свідчить аварія на найбільшій за висотою греблі США біля м. Оровілл у Каліфорнії. Гребля висотою 235 м була побудована в 60-ті роки ХХ-го століття. Гребля кам'янонакидна з ядром з глини. Через значну кількість опадів (вдвічі більше, ніж у 2015 році і у 4 рази – ніж у 2014 р.) рівень у водосховищі почав стрімко підвищуватися 07.02.2017р. з відмітки 850,00 футів (259,08 м) і досяг відмітки 902,59 футів (275,109 м) 12.02.2017 р. (рис. 6). Об'єм водосховища складає 4 млн. км³.

В районі ГЕС проживає 400 тис. населення, з яких 190 тис. – в акваторії нижнього б'єфу. До 13 лютого 2017 р. було евакуйовано 190 тис. населення через загрозу руйнування гідровузла. З 7 лютого 2017 р. почалося руйнування днища основного водоскиду та розмиви ґрунту неукріпленого схилу з лівої сторони при витраті 1400 м³/с із поступовим збільшенням цієї витрати до 2800 м³/с (рис. 7).

Рис.6. Графік підвищення рівнів води у водосховищі.

Рис.7. Руйнування днища основного водоскиду та розмив ґрунту з його лівої сторони.

В 1997 р. через основний водоскид безпечно пропускались витрати понад 4000 м³/с.

10 лютого 2017 р. розмив осадових порід біля лівого борту основного водоскиду досяг 90 м у ширину, 150 м у довжину та 14 м у глибину.

Аварійний водоскид автоматичної дії – це бетонна водозливна стінка, через яку вода при перевищенні відмітки верху автоматично скидається на неукріплений схил. В зоні скиду опинилася службова дорога (рис. 9). Аварійним водоскидом жодного разу не користувалися, він заріс кущами та деревами, які до 11 лютого 2017 р. зрізали. При пропуску води через аварійний водоскид 12 лютого 2017 р. частини повені почався розмив неукріпленого ґрунту на схилі.

Крім того, струмки води (в лівій частині рис. 8) утворили в основі аварійного водоскиду суфозійні шляхи фільтрації, що викликало неконтрольовану фільтрацію води з водосховища. З часом це може призвести до подальшого виносу значної кількості дрібних часток ґрунту (суфозії) та фільтраційним деформаціям ґрунту і, як наслідок, осіданню та руйнуванню бетонної водозливної стінки аварійного водоскиду. Якщо не вжити екстрених заходів, то це викличе повне руйнування бетонної стінки аварійного водоскиду, виникнення хвилі прориву, затоплення долини нижче греблі та надзвичайну ситуацію.

Рис.8. Ситуація на основному водоскиді під час проходження повені

Рис.9. Ситуація на аварійному водоскиді під час проходження повені

Президент США Дональд Трамп оголосив у Каліфорнії режим надзвичайної ситуації, згідно з яким координувати ліквідацію наслідків події дозволено Федеральному агентству з надзвичайних ситуацій.

Руйнування основного водоскиду при витратах, що значно менші за розрахункові, свідчить про недостатність контролю за його станом.

Скидання води через аварійний водоскид автоматичної дії на неукріплений схил слід застосовувати при міцних ґрунтах схилу.

Відсутність катастрофічних наслідків через аварійне пошкодження обох водоскидів свідчить про надійність роботи гідровузла.

Введення в дію ДБН В.2.4-20:201Х «Греблі з ґрунтових матеріалів. Основні положення», що розроблений ДП НДІБК, дозволить більш надійно оцінювати стійкість укосів гребель з ґрунтових матеріалів, проводити їх проектування у відповідності до сучасних вимог, застосовувати перевірені сучасні матеріали та методи розрахунків, що дозволить підвищити надійність і безпеку їх експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд: ДБН А.2.2-1-2003. - [Чинні від 2004-04-01]. - К.: Держбуд України, 2004. - 23 с. - (Будівельні норми України).
2. Гідротехнічні споруди. Основні положення: ДБН В.2.4-3:2010. - [Чинні від 2011-01-01]. - К.: Мінрегіон України, 2010. - 37 с. - (Будівельні норми України).
3. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинні від 2009-12-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 37 с. - (Будівельні норми України).
4. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008. - [Чинні від 2008-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - II, 76 с. - (Будівельні норми України).
5. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування: ДБН В.1.1-24:2009. - [Чинні від 2011-01-01]. - К.: Мінрегіон України, 2010. - 69 с. - (Будівельні норми України).

6. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення і затоплення: ДБН В.1.1-25-2009. - [Чинні від 2011-01-01]. - К.: Мінрегіон України, 2010. – 30 с. – (Будівельні норми України).

REFERENCES

1. Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshe (OVNS) pry proektuvanni i budivnytstvi pidpriemstv, budynkiv i sporud [Structure and content of the documents for the environment impact assessment (EIA) during the design and construction of plants, buildings and structures]. (2004). DBN A.2.2-1-2003 from 1st April 2004. Kyiv: Derzhavnyi komitet Ukrainy z budivnytstva ta arkhitektury [in Ukrainian].
2. Hidrotekhnichni sporudu. Osnovni polozhennia [Hydraulic structures. Basic provisions]. (2010). DBN V.2.4-3-2010 from 1st January 2011. Kyiv: Minrehionbud of Ukraine [in Ukrainian].
3. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruktsii ta osnov [General principles for the assurance of the reliability and structural safety of buildings, civil structures and bases]. (2009). DBN V.1.2-14-2009 from 1st December 2009. Kyiv: Minrehionbud of Ukraine [in Ukrainian].
4. Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva [Engineering surveys for construction]. (2008). DBN A.2.1-1-2008 from 05th February 2008. Kyiv: Minrehionbud of Ukraine [in Ukrainian].
5. Zahyst vid nebezpechnykh geolohichnykh protsesiv. Osnovni polozhennia proektuvannia [Protection against dangerous geological processes. The main provisions of the design]. (2010). DBN V.1.1-24:2009 from 1st January 2011. Kyiv: Minrehionbud of Ukraine [in Ukrainian].
6. Inzhenernyi zakhyst terutorii ta sporud vid pidtoplennia i zatoplennia [Engineer-ing protection of territories and facilities against underflooding and inundation]. (2010). DBN V.1.1-25:2009 from 1st January 2011. Kyiv: Minrehionbud of Ukraine [in Ukrainian].