



ГАЛУЗЕВІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

Автомобільні дороги
ГАБІОННІ КОНСТРУКЦІЇ
Проектування та будівництво
ГБН В.2.3-37641918-558:2016



Київ
Міністерство інфраструктури України
2016

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО	Національний транспортний університет
РОЗРОБНИКИ	В. Каськів, канд. техн. наук; С. Каськів; В. Петрович, канд. техн. наук; В. Савенко, д-р. техн. наук (керівник розробки); А. Яремов
За участю	ТОВ «Габіони Будпроект» (Т. Балабан; Р. Соловейко; О. Шевченко)
2 ВНЕСЕНО	Відділ інноваційного розвитку та кошторисного ціноутворення, Департамент розвитку доріг «Укравтодор»
3 ПОГОДЖЕНО	Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України лист від 30.12.2015 № 7/16-15354 Державне агентство автомобільних доріг України лист від 03.12.2015 № 5128/1/13-8-1486/10
4 ЗАТВЕРДЖЕНО	Міністерство інфраструктури України
НАБРАННЯ ЧИННОСТІ	Наказ № 96 від 09.03.2016 з 01 липня 2016 р.
5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ	

Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор).

ЗМІСТ

1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Терміни та визначення понять	3
4 Позначки та скорочення	4
5 Загальні положення.....	5
6 Проектування.....	6
6.1 Загальні положення	6
6.2 Проектування габійонних підпірних стін	7
6.3 Проектування системи «Армогрунтова стіна».....	7
6.4 Проектування системи «Зелена стіна».....	8
6.5 Коефіцієнти надійності.....	8
6.6 Конструювання	9
6.6.1 Конструкції габійонних підпірних стін.....	9
6.6.2 Вибір матеріалів	10
6.6.3 Проектування водовідведення	11
6.7 Розрахунок.....	11
6.7.1 Розрахункові навантаження на габійонні підпірні стіни.....	11
6.7.2 Зовнішня стійкість габійонної підпірної стіни.....	13
6.7.3 Внутрішня стійкість габійонної підпірної стіни	15
6.7.4 Розрахунок системи «Армогрунтова стіна»	16
6.7.5 Розрахунок системи «Зелена стіна»	17
7 Будівництво.....	18
7.1 Загальні положення	18
7.2 Складання та укладання габійонів	18
7.2.1 Складання габійонів	18
7.2.2 Укладання та формування конструкції із габійонів	18
7.2.3 Заповнення габійонів	19
7.2.4 Влаштування кришки габійона	19
7.3 Ущільнення матеріалу засипки системи «Армогрунтова стіна»	19
7.4 Пошкодження елементів	20
Додаток А Основні вимоги до габійонів.....	21
Додаток Б Схеми застосування габійонних конструкцій.....	30
Додаток В Стійкість укосу насипу разом із спорудою	34
Додаток Г Стійкість габійонної стіни проти зсуву по основі.....	35
Додаток Д Стійкість габійонної стіни проти перекидання	37
Додаток Е Міцність ґрунтової основи	39
Додаток Ж Внутрішня стійкість стіни	42
Додаток И Розрахунок системи «Армогрунтова стіна»	43
Додаток К Бібліографія	46

ГАЛУЗЕВІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

**Автомобільні дороги.
Габіонні конструкції.
Проектування та будівництво**

Автомобильные дороги.
Габрионные конструкции.
Проектирование и строительство

Roads.
Gabion structures.
Design and Construction

Чинні від 2016-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці Норми встановлюють вимоги на проектування та будівництво габіонних конструкцій на автомобільних дорогах загального користування (далі – автомобільні дороги).

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цих нормах є посилання на такі документи:

ДБН В.1.1-3-97	Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення
ДБН В.1.1-12:2014	Будівництво у сейсмічних районах України
ДБН В.1.1-24:2009	Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування
ДБН В.1.1-25-2009	Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення
ДБН В.1.2-2:2006	Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2-14:2009	Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ
ДБН В. 1.2-15:2009	Мости та труби навантаження і впливи
ДБН В.2.1-10:2009	Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та підвалини будинків і споруд. Основи і фундаменти будівель та споруд
ДБН В.2.3-4:2015	Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво
ДБН В.2.3-14:2006	Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування
ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95)	Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація
ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013	Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва
ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 (СНиП 3.02.01-87, MOD)	Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і спорудження фундаментів
ГБН В.2.3-37641918-544:2014	Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги
ГБН В.2.3-218-548:2010	Споруди транспорту. Армоґрунтові підпірні стінки для автомобільних доріг. Проектування та будівництво
ГБН В.2.3-37641918-552:2015	Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва
СНиП 2.06.14-85	Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод (Захист гірничих виробок від підземних та поверхневих вод)
СНиП 2.09.03-85	Сооружения промышленных предприятий (Споруди промислових підприємств)
ВСН 167-70	Технические указания по проектированию подпорных стен для транспортного строительства (Технічні вказівки по проектуванню підпірних стін для транспортного будівництва)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, які використані у цих нормах і визначення позначених ними понять.

3.1 армований ґрунт

Композитний матеріал (з підвищеною міцністю на розтяг), що утворений сітками дрововими звивочними та ґрунтом при їх сумісній дії

3.2 внутрішньостабілізована ґрунтова споруда

ґрунтова споруда, в якій активний тиск ґрунту сприймається внутрішніми армуючими елементами; зовнішній фасадний елемент виконує лише декоративну функцію або запобігає локальному зсуву ґрунту

3.3 габіон

Об'ємні вироби із сітки дрової звивочної, які наповнені камінням із щільних гірських порід

3.4 габійонні конструкції

Конструкції різної форми із з'єднаних між собою габійонів, які виконують захисні, підсилюючі, підпірні й утримуючі функції

3.5 габійонна підпірна стіна

Гравітаційна підпірна стіна, виготовлена із габійонів

3.6 підпірно-захисні (захисні) споруди

Конструкції із габійонів, які сприймають навантаження тільки від власної ваги і служать для захисту ґрунтового масиву (насипу тощо) від ерозії

3.7 підпірно-утримуючі (підпірні, утримуючі) споруди

Конструкції із габійонів, які сприймають навантаження від власної ваги, масиву ґрунту та зовнішнього постійного і (або) тимчасового навантаження і служать для забезпечення стійкості ґрунтового масиву (насипу тощо)

3.8 система «Армоґрунтова стіна»

Габійонна підпірна стіна, зворотна засипка якої армована сітками дрововими звивочними, що з'єднані із габійонами

3.9 система «Зелена стіна»

Утримуюча внутрішньостабілізована споруда із армованого ґрунту, з крутизною укосу від 60° до 70°. Роль внутрішніх стабілізуючих елементів виконують горизонтальні прошарки із сітки дрової звивочної

3.10 щільні гірські породи

Гірські породи, щільність скелета яких (ρ_d), згідно з ДСТУ Б В.2.1-2, знаходиться в межах від 2,10 г/см³ до 2,50 г/см³

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

B – ширина підпірної стіни, м;

c – питоме зчеплення ґрунту, кПа;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;

H – висота підпірної стіни, м;

$[K]$ – допустима величина коефіцієнта запасу, при розрахунках на розрив і висмикування сітки;

K_a – коефіцієнт активного тиску ґрунту (коефіцієнт бічного тиску ґрунту);

K_{st} – коефіцієнт запасу стійкості, при розрахунках споруди разом з укосом на сповзання;

$[K_{st}]$ – допустима величина коефіцієнта стійкості;

$K_{st_в}$ – коефіцієнт запасу на висмикування сітки;

$K_{st_зсув}$ – коефіцієнт запасу стійкості, при розрахунках габіонної стіни проти зсуву по основі;

$K_{st_о}$ – коефіцієнт запасу стійкості, при розрахунках на міцність ґрунтової основи;

$K_{st_п}$ – коефіцієнт запасу стійкості, при розрахунках габіонної стіни проти перекидання;

$K_{st_р}$ – коефіцієнт запасу на розрив сітки;

p_h – інтенсивність розрахункового горизонтального активного тиску від власної ваги ґрунту та рівномірно розподіленого постійного навантаження на поверхні засипки, кН/м²;

p_v – інтенсивність розрахункового вертикального тиску від власної ваги ґрунту та рівномірно розподіленого постійного навантаження на поверхні засипки, кН/м²;

p_{vq} – інтенсивність розрахункового вертикального тиску від смугового або колісного навантаження рівномірно розподіленого на ширині (по сліду), кН/м²;

q_d – розрахункове значення інтенсивності смугового (колісного) навантаження, кН/м²;

q_{dp} – розрахункова інтенсивність постійного рівномірно розподіленого навантаження на поверхні засипки, кН/м²;

R – розрахункове значення узагальненого опору ґрунтового масиву зсувній дії на призму обвалення, кН/м;

R_{ds} – розрахункове значення міцності сітки на тимчасовий опір на розрив, кН/м;

R_{ns} – номінальне значення міцності сітки на тимчасовий опір на розрив, кН/м;

T – розрахункове значення узагальненої зсувної дії на призму обвалення, кН/м;

$[T]$ – граничне анкерне зусилля сітки, кН/м;

T_{dg} – розрахункове максимальне розтягуюче зусилля в сітці габіона від дії ваги конструкції, кН/м;

γ – питома вага ґрунту, кН/м³;

γ_c – коефіцієнт умов роботи;

γ_d , φ_d та c_d – розрахункові характеристики ґрунту (кН/м³, град та кПа, відповідно);

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням;

γ_{fc} – коефіцієнт сполучення навантажень;

γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту;

γ_{gab} – питома вага матеріалу заповнення габіона, кН/м³;

γ_{gab_c} – питома вага сітки габіона, кН/м³;

γ_{gab_s} – питома вага часток матеріалу заповнення габіона, кН/м³;

γ_m – коефіцієнт надійності по матеріалу;

γ_n , φ_n та c_n – нормативні характеристики ґрунту (кН/м³, град та кПа, відповідно);

γ_{nr} – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) споруди;

γ_o – коефіцієнт надійності по основі;

γ_p – коефіцієнт надійності на висмикування сітки з ґрунту;

ε – кут нахилу поверхні ґрунту засипки до горизонталі, град;

$[\sigma]$ – допустима величина тиску під подошвою габіонної стіни, кПа;

σ_u – напруження, що відповідає межі несучої здатності основи, кПа;

σ_v – максимальне вертикальне напруження, що діє в основі габіонної стіни, кПа;

φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

φ_0 – кут тертя ґрунту по задній грані підпірної стіни, град.

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Ці норми регламентують застосування габіонних конструкцій при проектуванні та влаштуванні захисних споруд укосів земляного полотна, конусів шляхопроводів та підпірних споруд на автомобільних дорогах. Конструкції габіонних споруд на гірських автомобільних дорогах наведені у [1], укріплення берегів річок і водойм регламентовані [2, 3].

5.2 Габіонні конструкції та споруди, що з ними сполучаються, підлягають індивідуальному проектуванню з відповідним обґрунтуванням умов їх функціонування й опрацюванням всіх конструктивно-технологічних рішень.

5.3 Проектування захисних, підсилюючих, підпірних й утримуючих габіонних конструкцій та споруд на зсувних і зсувонебезпечних ділянках, а

також у районах поширення селів, осипання каміння, лавин, на ділянках річкової ерозії слід здійснювати згідно з ДБН В.1.1-3, ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-25, ДБН В.2.1-10, ДБН В.2.3-14, ДСТУ-Н Б В.2.1-28, СНиП 2.09.03, ВСН 167.

5.4 При розташуванні автомобільних доріг на території, що зрошується, габійні конструкції і споруди слід проектувати з урахуванням впливу зрошувальної системи на водно-тепловий режим земляного полотна та інші споруди згідно з ДБН В.2.3-4.

5.5 При розробленні проектної документації на будівництво земляного полотна із застосуванням габійних конструкцій і споруд на косогорах, у районах розповсюдження засолених ґрунтів і рухливих пісків, на болотах і слабких основах, слід керуватись нормативними вимогами згідно з ДБН В.2.3-4.

5.6 Габійні конструкції і споруди повинні відповідати конструктивним особливостям та умовам роботи сполучених з ними споруд; враховувати властивості ґрунтів і можливість використання місцевих кам'яних матеріалів, особливості погодно-кліматичних і гідрологічних факторів; забезпечувати стійкість всього комплексу споруд, можливість механізації робіт тощо.

5.7 При обґрунтуванні застосування габійних конструкцій і споруд слід розробляти альтернативні їм варіанти із традиційних конструкцій (споруд).

5.8 При оцінці природоохоронної доцільності й ефективності застосування габійних конструкцій і споруд, а також альтернативних їм варіантів, слід керуватись нормативними вимогами згідно з ДБН В.2.3-4 і ГБН В.2.3-218-007.

5.9 Проектування габійних конструкцій і споруд повинно ґрунтуватися на матеріалах інженерних вишукувань та результатах гідравлічно-гідрологічних розрахунків, а також на використанні проектних матеріалів і рішень по тим конструктивним елементам земляного полотна, що підлягають укріпленню, посиленню, стабілізації, захисту і сполученню з габіоновими конструкціями і спорудами.

Для проектування габійних конструкцій потрібно використовувати матеріали і результати інженерних вишукувань, які виконували для всього об'єкта проектування. Якщо вони є недостатніми, необхідно передбачити виконання додаткових вишукувань.

6 ПРОЕКТУВАННЯ

6.1 Загальні положення

Для влаштування підпірно-утримуючих і підпірно-захисних споруд габійні конструкції використовують як:

- габійні підпірні стіни;
- систему «Армоґрунтова стіна»;

- систему «Зелена стіна»;
- комбіновані системи із габіонів різних типів.

6.2 Проектування габійонних підпірних стін

6.2.1 Розміри габійонних підпірних стін визначають з умов забезпечення загальної і місцевої стійкості насипу та самої стіни. Для досягнення цих цілей верхня укісна частина насипу, як правило, повинна мати похил від 1:1,75 до 1:2. Ширина берми (стіни) повинна бути не менше ніж 3,0 м.

Кінцеві частини стін присипають з обох сторін дренажним ґрунтом у вигляді контрбанкету.

Основні параметри та розміри габіонів наведені у додатку А та у [4].

6.2.2 Проектування підпірних стін із габійонних конструкцій складається із конструювання (призначення геометричних розмірів і кількості габіонів) та із розрахунків їх за двома групами граничних станів. Геометричні розміри, які визначають на етапі конструювання, уточнюють подальшими розрахунками.

6.2.3 Розрахунок за першою групою граничних станів, що передбачає втрату несучої здатності або значні пошкодження, передбачає виконання розрахунків на:

а) загальну стійкість (зовнішня стійкість):

- стійкість укосу насипу із підпірною стіною за круглоциліндричною поверхнею ковзання;
- стійкість стіни проти зсуву по основі;
- стійкість стіни проти перекидання;
- міцність ґрунтової основи;

б) внутрішню стійкість:

- зсув одних габіонів відносно інших;
- міцність габіона, як конструктивного елемента.

6.2.4 Розрахунок за другою групою граничних станів (непридатність до нормальної експлуатації) включає перевірку на допустимі деформації при експлуатації споруди. Розрахунок за другою групою граничних станів виконують на дію нормативних навантажень, тобто коефіцієнти запасу на навантаження та на матеріали приймають рівними одиниці.

6.2.5 При проектуванні об'єктів у сейсмонебезпечних районах слід виконувати додаткові розрахунки відповідно до ДБН В.1.1-12.

6.3 Проектування системи «Армоґрунтова стіна»

Систему «Армоґрунтова стіна» розраховують за двома групами граничних станів:

а) загальну стійкість (зовнішня стійкість):

- стійкість укошу насипу із системою за круглоциліндричною поверхнею ковзання;
- стійкість системи проти зсуву по основі;
- стійкість системи проти перекидання;
- міцність ґрунтової основи;

б) внутрішню стійкість:

- міцність сіток системи на розрив;
- анкерна здатність сіток.

6.4 Проектування системи «Зелена стіна»

Систему «Зелена стіна» розраховують за двома групами граничних станів:

а) загальну стійкість (зовнішня стійкість):

- стійкість укошу насипу із системою за круглоциліндричною поверхнею ковзання;
- стійкість системи проти зсуву по основі;
- стійкість системи проти перекидання;
- міцність ґрунтової основи;

б) внутрішню стійкість:

- міцність сіток (елементів армування) системи на розрив;
- анкерна здатність сіток (елементів армування).

Проектування системи «Зелена стіна» виконують згідно з ГБН В.2.3-37641918-544. У розрахунках приймають, замість характеристик геосинтетичного матеріалу, характеристики сіток згідно з додатком А.

6.5 Коефіцієнти надійності

6.5.1 Усі розрахунки повинні виконуватись із використанням розрахункових значень характеристик ґрунтів, матеріалів і навантажень.

6.5.2 Розрахункове значення отримують шляхом множення або ділення нормативного або номінального значення величини на відповідний коефіцієнт надійності.

6.5.3 Розрахункове значення характеристик ґрунтів X_d визначають за формулою:

$$X_d = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (6.1)$$

де X_n – нормативне значення характеристики ґрунту;

γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту.

Згідно з ДБН В.2.1-10 розрахункові значення характеристик ґрунтів у цьому випадку слід приймати при значеннях коефіцієнтів надійності по ґрунту:

- а) у розрахунках основ за деформаціями $\gamma_g = 1,00$;
- б) у розрахунках основ за несучою здатністю:
- 1) для питомого зчеплення $\gamma_{g(c)} = 1,50$;
 - 2) для кута внутрішнього тертя:
 - пісків $\gamma_{g(\varphi)} = 1,10$;
 - глинистих ґрунтів $\gamma_{g(\varphi)} = 1,15$.

6.5.4 Розрахункове значення параметрів матеріалів визначають за формулою:

$$R_{ds} = \frac{R_{ns}}{\gamma_m}, \quad (6.2)$$

де R_{ds} і R_{ns} – розрахункове і номінальне значення міцності сітки на тимчасовий опір на розрив;

γ_m – коефіцієнт надійності по матеріалу, для розрахунків приймають $\gamma_m = 1,25$.

6.5.5 Розрахункове значення сил:

$$F_d = \gamma_f \cdot F_n, \quad (6.3)$$

де F_d і F_n – розрахункове і номінальне значення сили;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Згідно з ДБН В.1.2-2 коефіцієнт надійності за навантаженням для ваги конструкцій і ґрунтів складає:

- конструкції із каменю й армокаменю $\gamma_f = 1,10$ (0,90);
- ґрунти в природному заляганні $\gamma_f = 1,10$ (0,90);
- ґрунти насипні $\gamma_f = 1,15$ (0,90).

Значення у дужках слід використовувати для перевірки стійкості конструкції на перекидання, а також в інших випадках, коли зменшення ваги конструкцій і ґрунтів може погіршити умови роботи конструкції.

Згідно з ВСН 167 коефіцієнт надійності за навантаженням рівний:

- для колон автомобілів $\gamma_f = 1,40$;
- від транспортних одиниць $\gamma_f = 1,10$.

6.6 Конструювання

6.6.1 Конструкції габіонних підпірних стін

6.6.1.1 Для підсилення і стабілізації насипів автомобільних доріг, а також при спорудженні земляного полотна висотою більше ніж 8 м застосовують габіонні конструкції у вигляді підпірно-утримуючих і підпірно-захисних стін, як альтернативу влаштуванню бетонних і залізобетонних підпірних стін.

Розрізняють такі типи габіонних підпірних стін (рис. Б.1):

- масивно-об'ємні (гравітаційні);
- напівмасивні (напівгравітаційні);
- тонкостінні.

Габіонні підпірні стіни цих типів поділяють на низькі (при $H/e_{\phi} < 1,5$) і високі (при $H/e_{\phi} > 1,5$), де H – видима висота стіни, м; e_{ϕ} – ефективна ширина стіни, м.

Лицьові грані габіонних підпірних стін можуть бути ступінчастими (вертикальними або похилими) і гладкими (вертикальними або похилими).

6.6.1.2 Габіонні підпірні стіни (тип, форма, конструктивні розміри тощо) потрібно проектувати із врахуванням місцевих умов, проектних навантажень і можливих деформацій.

6.6.1.3 Висота стін повинна забезпечувати стійкість верхньої частини укосу (схилу). Ширину габіонів і форму стін визначають із умов забезпечення зовнішньої і внутрішньої їх стійкості.

6.6.1.4 Схеми конструктивних рішень застосування габіонних конструкцій при розташуванні автомобільних доріг на косогірних ділянках наведені на рисунку Б.2.

6.6.1.5 Схеми заміни укисних частин земляного полотна на підпірно-утримуючі габіонні конструкції у стиснених умовах розташування автомобільних доріг наведені на рисунку Б.3 і рисунку Б.4.

6.6.1.6 Схема застосування габіонних конструкцій для забезпечення дренажу й осушення ґрунтів нижньої частини земляного полотна наведена на рисунку Б.5.

6.6.1.7 Укріплення непідтоплюваних укосів за допомогою габіонів наведені на рисунку Б.6.

6.6.2 Вибір матеріалів

6.6.2.1 Сітки

Для габіонів використовують сітки дротові звичайні із шестигранними вічками (рис. А.4).

Основні вимоги до сіток наведені у додатку А та у [5].

При влаштуванні габіонних споруд у корозійному середовищі використовують габіони із комбінованим покриттям (цинк, алюмоцинк, мішметал, полімер).

6.6.2.2 Матеріал для заповнення габіона

Для заповнення габіонів застосовують кам'яний матеріал, що складається із кругляка, гальки, кар'єрного каменю, що відповідає функціональним вимогам, які висувають до споруди з габіонів.

Слід використовувати матеріал із питомою вагою не менше ніж $17,0 \text{ кН/м}^3$, морозостійкий (з маркою за морозостійкістю вище 350), міцний

(марка за міцністю 600 і більше), що не розмивається водою, стійкий до вивітрювання. Види порід, що придатні для заповнення габіонів, наведені у таблиці А.14.

Для запобігання вимивання та інших втрат каменю при експлуатації габіонної споруди потрібно щоб розмір каменю-заповнювача був у (1,5 – 2,0) рази більший за розмір вічка сітки.

При заповненні габіонів більші камені укладають біля краю сітки, а дрібніші – у середину габіона.

6.6.2.3 Матеріали для засипки армуючих панелей систем «Армогрунтова стіна» і «Зелена стіна»

Для забезпечення необхідного зчеплення як матеріал зворотної засипки, який укладають до лицьової грані конструкції, потрібно застосовувати зернистий, дренажний матеріал, що відповідає таким вимогам:

- часток дрібніше 0,10 мм не більше ніж 10 % від загальної маси матеріалу;
- часток дрібніше 100 мм не менше ніж 90 % від загальної маси матеріалу;
- найбільший розмір часток матеріалу засипки не повинен бути більше ніж 150 мм.

Вміст часток дрібніше 0,10 мм можна збільшити до 20 %, при умові, що буде забезпечена необхідна величина кута внутрішнього тертя.

Як зворотну засипку допускається використовувати суміш матеріалів (піску й гравію тощо), у тому числі, отриманих за допомогою хімічних методів стабілізації. При цьому необхідно забезпечити, щоб величина кута внутрішнього тертя матеріалу зворотної засипки була не менше ніж 30°.

6.6.3 Проектування водовідведення

Для запобігання перезволоження матеріалу засипки необхідно влаштовувати заходи поверхневого водовідведення та, за необхідності, дренажі. Розрахунок та улаштування поверхневого водовідведення та дренажів виконують відповідно до вимог ДБН В.1.1-3, ДБН В.1.1-25, ДБН В.2.3-4, ГБН В.2.3-37641918-544, ДСТУ-Н Б В.2.1-28 та згідно з [6 – 8].

6.7 Розрахунок

6.7.1 Розрахункові навантаження на габіонні підпірні стіни

6.7.1.1 Розрахункові навантаження постійні (від власної ваги ґрунту та постійного рівномірно розподіленого навантаження на поверхні засипки) та тимчасові (від транспортних засобів) приймають згідно з ДБН В.1.2-15 та ДБН В.2.3-4.

6.7.1.2 Інтенсивність розрахункового вертикального тиску від власної ваги ґрунту та рівномірно розподіленого постійного навантаження на поверхні

засипки p_v , кН/м²:

$$p_v = \gamma_d \cdot H + q_{dp}, \quad (6.4)$$

де γ_d – розрахункова питома вага ґрунту (матеріалу) засипки, кН/м³;

H – висота підпірної стіни, м;

q_{dp} – розрахункова інтенсивність постійного рівномірно розподіленого навантаження на поверхні засипки, кН/м².

6.7.1.3 При врахуванні на поверхні засипки смугового або колісного навантаження інтенсивність вертикального тиску від розрахункового навантаження q визначають згідно з додатком 1 СНиП 2.09.03, із урахуванням розподілу тиску в ґрунті під кутом 30° до вертикалі, а в зоні дорожнього покриття під кутом 45° до вертикалі згідно з 12.3 ДБН В.1.2-15.

6.7.1.4 Інтенсивність вертикального тиску від смугового або колісного навантаження рівномірно розподіленого на ширині (по сліду) b , кН/м²:

$$p_{vq} = \frac{q_d \cdot b}{b_q}, \quad (6.5)$$

де q_d – розрахункове значення інтенсивності смугового (колісного) навантаження, кН/м²;

b – ширина смуги (сліду) навантаження, м;

b_q – ширина смуги завантаження на рівні контакту лінії поширення тиску від навантаження q_d з гранню (реальною або фіктивною) підпірної стіни, м.

6.7.1.5 Інтенсивність розрахункового горизонтального активного тиску від власної ваги ґрунту та рівномірно розподіленого постійного навантаження на поверхні засипки p_h , кН/м²:

$$p_h = K_a \cdot p_v, \quad (6.6)$$

де K_a – коефіцієнт активного тиску ґрунту на підпірну стіну.

6.7.1.6 Коефіцієнт активного тиску ґрунту (коефіцієнт бічного тиску ґрунту):

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \varphi_0) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\cos(\alpha + \varphi_0) \cdot \cos(\alpha - \varepsilon)}} \right]^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \varphi_0)}, \quad (6.7)$$

де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту, град.;

α – кут відхилення задньої грані підпірної стіни від вертикалі, град., значення α додатне, якщо ґрунт нависає над задньою гранню стіни і від’ємне, якщо стіна навалюється на ґрунт;

φ_0 – кут тертя ґрунту по задній грані стіни, град., для шорстких граней підпірних стін до яких можна віднести і габіонні підпірні стіни $\varphi_0 = \varphi$;

ε – кут нахилу поверхні ґрунту засипки до горизонталі, град.

Для випадку $\alpha = 0$ і $\varphi_0 = 0$ тиск ґрунту на підпірну стіну буде горизонтальним. Вираз для визначення коефіцієнта активного тиску ґрунту прийме вигляд, який відповідає виразу для знаходження нормативного коефіцієнта бічного тиску ґрунту згідно з ДБН В.1.2-15:

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right). \quad (6.8)$$

6.7.2 Зовнішня стійкість габіонної підпірної стіни

6.7.2.1 Загальні положення

Розрахунки зовнішньої стійкості габіонних підпірних стін виконують аналогічно до розрахунків традиційних підпірних стін приймаючи габіонну конструкцію як масивну підпірну стіну згідно з ВСН 167, СНиП 2.09.03, [9, 10].

Розрахунковий кут φ_0 тертя ґрунту об бічну поверхню габіонної стіни приймають рівним нулю, $\varphi_0 = 0$. Зчеплення ґрунту враховують тільки в розрахунках на загальну стійкість стіни проти проковзування разом з ґрунтом за круглоциліндричною поверхнею.

6.7.2.2 Стійкість укосу насипу разом із спорудою

Оцінюють стійкість укосів насипів в окремих її перетинах як для повної висоти укосу (загальна стійкість), так і для окремих частин укосу (місцева стійкість).

Згідно з ДБН В.1.1-24 критерієм стійкості схилів (укосів) для найнебезпечнішої призми обвалення є умова:

$$\gamma_{fc} \cdot T \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_{nr}} \cdot R, \quad (6.9)$$

де γ_{fc} – коефіцієнт сполучення навантажень;

T – розрахункове значення узагальненої зсувної дії на призму обвалення, що визначають з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням γ_f , кН;

γ_c – коефіцієнт умов роботи;

γ_{nr} – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) споруди;

R – розрахункове значення узагальненого опору ґрунтового масиву зсувній дії на призму обвалення, визначене з урахуванням коефіцієнта надійності по ґрунту, кН.

При пошуку небезпечної поверхні сповзання призми обвалення визначають коефіцієнт запасу стійкості, який повинен бути більшим або дорівнювати нормативному коефіцієнту запасу стійкості K_{st} , що відповідає настанню граничного стану рівноваги:

$$K_{st} = \frac{R}{T} \geq \frac{\gamma_{nr} \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c} = [K_{st}], \quad (6.10)$$

де $\gamma_{nr} = 1,25$ згідно з ДБН В.1.1-24, ДБН В 1.2-14, ДСТУ-Н Б В.1.2-16, для підпірних стін на автомобільних дорогах державного значення; $\gamma_n = 1,10$ для підпірних стін на місцевих автомобільних дорогах;

$\gamma_{fc} = 1,00$ (поєднання навантажень – основне) згідно з ДБН В.1.1-24;

$\gamma_c = 0,95$ (наближені методи розрахунку) згідно з ДБН В.1.1-24;

$[K_{st}]$ – допустима величина коефіцієнта стійкості.

Розрахункові залежності для визначення стійкості укосу насипу наведені у додатку В.

6.7.2.3 Стійкість габіонної підпірної стіни проти зсуву по основі

Стійкість габіонної стіни проти зсуву по поверхні основи (додаток Г, рис. Г.1), з врахуванням положень ДБН В.1.1-3, ДБН В 1.1-24 і СНиП 2.09.03, буде забезпечена при виконанні умови:

$$K_{st_зсув} \geq [K_{st}], \quad (6.11)$$

$$K_{st_зсув} = \frac{R_{зсув}}{T_{зсув}}, \quad (6.12)$$

де $R_{зсув}$ – узагальнені утримуючі сили при зсуві, кН/м;

$T_{зсув}$ – узагальнені сили зсуву, кН/м.

6.7.2.4 Стійкість габіонної підпірної стіни проти перекидання

Стійкість стіни проти перекидання (додаток Д, рис. Д.1) забезпечується при виконанні умови:

$$K_{st_п} \geq [K_{st}], \quad (6.13)$$

$$K_{st_п} = \frac{M_{утр}}{M_{п}}, \quad (6.14)$$

де $M_{\text{утр}}$ – момент утримуючих сил, кН·м/м;

$M_{\text{п}}$ – момент сил, що діють на перекидання стіни, кН·м/м.

6.7.2.5 Міцність ґрунтової основи

Розрахунок фундаментів за несучою здатністю основи згідно з ДБН В.2.1-10 виконують виходячи з умови:

$$\sigma \leq \sigma_u, \quad (6.15)$$

де $\sigma = F / (b \cdot l)$;

F – розрахункове навантаження на основу, кН;

b, l – розміри в плані (ширина і довжина) сторін фундаменту, м;

σ_u – напруження, що відповідає межі несучої здатності основи, кПа.

Міцність ґрунтової основи габіонної стіни буде забезпечена при виконанні умови:

$$K_{st_o} \geq [K_{st}], \quad (6.16)$$

$$K_{st_o} = \frac{[\sigma]}{\sigma_v}, \quad (6.17)$$

$$[\sigma] \leq \frac{\sigma_u}{\gamma_o}, \quad (6.18)$$

де $[\sigma]$ – допустимий тиск, під подошвою габіонної стіни, кПа;

σ_v – максимальне вертикальне напруження, що діє в основі габіонної стіни, кПа;

γ_o – коефіцієнт надійності по основі, $\gamma_o = 3,0$.

6.7.3 Внутрішня стійкість габіонної підпірної стіни

6.7.3.1 Оцінка внутрішньої стійкості габіонної підпірної стіни передбачає розрахунки на міцність по найнебезпечнішому перетину (по кожному місцю з'єднань габіонів, зсув габіонів один по іншому) та міцність габіона, як конструктивного елемента (міцність сітки на розрив від дії ваги конструктивних елементів підпірної стіни, що розташовані вище).

6.7.3.2 Перевірка на зсув конструктивних елементів стіни

До розрахунку приймають всі можливі горизонтальні поверхні зсуву на межі габіон-габіон по висоті підпірної стіни. Розрахунок виконують аналогічно з розрахунком стійкості габіонної підпірної стіни проти зсуву по основі відповідно до 6.6.2.3.

При розгляді круглоциліндричної поверхні ковзання, що проходить через габіони підпірної стіни, розрахунки виконують аналогічно до 6.6.2.2.

В'язальний дріт, яким з'єднують габіони між собою у розрахунках не враховують, його міцність на розрив іде у запас міцності конструкції.

6.7.3.3 Перевірка на міцність конструктивних елементів стіни

Міцність сітки габіона на розрив забезпечується при виконанні умови:

$$T_{dg} < R_d, \quad (6.19)$$

де T_{dg} – розрахункове максимальне розтягуюче зусилля в сітці габіона від дії ваги конструкції, кН/м;

R_d – розрахункова міцність сітки габіона на тимчасовий опір на розрив, кН/м.

6.7.4 Розрахунок системи «Армогрунтова стіна»

6.7.4.1 Загальні положення

Розраховують зовнішню і внутрішню стійкість системи «Армогрунтова стіна» (додаток И).

Зовнішню стійкість системи «Армогрунтова стіна» оцінюють на зсув, перекидання та втрату несучої здатності основи, а також на стійкість укосу насипу разом із спорудою.

Внутрішню стійкість системи «Армогрунтова стіна» оцінюють на міцність і анкерну здатність сіток.

6.7.4.2 Зовнішня стійкість системи «Армогрунтова стіна»

6.7.4.2.1 Стійкість укосу насипу разом із спорудою

Стійкість укосу насипу разом із підпірною стіною системи «Армогрунтова стіна» виконують згідно з 6.6.2.2, приймаючи, що поверхня ковзання проходить за межами армування.

6.7.4.2.2 Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти зсуву по основі

Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти зсуву по поверхні основи забезпечується при виконанні умови (6.11).

6.7.4.2.3 Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти перекидання

Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти перекидання (рис. К.1) забезпечується при виконанні умови (6.13).

6.7.4.2.4 Перевірка несучої здатності основи системи «Армогрунтова стіна»

Стійкість основи системи «Армогрунтова стіна» за несучою здатністю забезпечується при виконанні умови (6.15).

6.7.4.3 Перевірка внутрішньої стійкості стіни

Оцінку внутрішньої стійкості системи «Армогрунтова стіна» проводять для обґрунтування прийнятих розмірів армування (довжина сітки та крок армування). Вона включає в себе визначення коефіцієнта запасу K_{st_p} (розрахунок на міцність сітки) і коефіцієнта запасу на висмикування сітки K_{st_b} (розрахунок на анкерну здатність сітки) від дії активного тиску матеріалу засипки, що діє на тильну сторону габіонів.

Попередньо весь блок системи «Армогрунтова стіна» розділяють на дві частини: активну, де дотичні напруження діють в напрямку лицьової грані споруди і реактивну, де дотичні напруження діють в напрямі тильної сторони блока. Границя між цими двома зонами проходить крізь місця максимальних напружень.

Коефіцієнт запасу на висмикування K_{st_b} сітки із матеріалу засипки визначають за формулою:

$$K_{st_b} = \frac{[T]}{T}, \quad (6.20)$$

де $[T]$ – граничне анкерне зусилля сітки, кН/м;

На кожному горизонті укладання сітки коефіцієнти запасу на розрив K_{st_p} та висмикування K_{st_b} повинні бути вище допустимого $[K] = 1,50$.

$$K_{st_p} \geq [K]. \quad (6.21)$$

$$K_{st_b} \geq [K]. \quad (6.22)$$

6.7.5 Розрахунок системи «Зелена стіна»

Підпірні конструкції із використанням системи «Зелена стіна» розраховують згідно із положеннями 6.3.4. Допускається розрахунок згідно з ГБН В.2.3-218-548 із використанням коефіцієнтів надійності по матеріалу прийнятих у цих нормах.

7 БУДІВНИЦТВО

7.1 Загальні положення

7.1.1 Перед монтуванням габіонних конструкцій потрібно виконати зняття родючого шару ґрунту, розрівнювання та планування основи до проектних відміток, а також її ущільнення до значень коефіцієнта ущільнення згідно з ДБН В.2.3-4.

7.1.2 При монтуванні систем «Армоґрунтова стіна» і «Зелена стіна» потрібно враховувати положення ГБН В.2.3-218-548.

7.1.3 За необхідності використання геосинтетичних матеріалів, роботи із їх застосування виконувати згідно з ГБН В.2.3-37641918-544.

7.1.4 При влаштуванні габіонних конструкцій у виїмках потрібно враховувати положення ДБН В.2.3-4, ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-25, СНиП 2.06.14.

7.2 Складання та укладання габіонів

7.2.1 Складання габіонів

7.2.1.1 При складанні габіона потрібно впевнитись, що всі його частини рівні і не мають пошкоджень, а також потрібно розтягнути його та вирівняти усі вм'ятини.

7.2.1.2 Вершини кутів коробчатого та матрацного габіонів з'єднують разом товстим дротом кромки. Верх усіх чотирьох сторін габіона повинен знаходитися на одному рівні.

7.2.1.3 Вершини кутів панелей зв'язують між собою витками з чергуванням однієї і двох петель через кожні 100 мм.

7.2.2 Укладання та формування конструкції із габіонів

7.2.2.1 Остови габіонів формують окремо.

Готові остови переносять на місце збирання конструкції, де їх встановлюють разом із габіонами, що вже заповнені камінням.

7.2.2.2 Габіони зв'язують між собою по сусіднім граням. Другий ряд габіонів потрібно влаштовувати тією ж гранню, що і передній. Порожні габіони потрібно закріплювати в необхідному положенні забиванням в їх кути стрижнів, які використовують для витягування габіона.

7.2.3 Заповнення габіонів

7.2.3.1 Заповнення габіонів виконують вручну чи за допомогою механічних засобів, залежно від робочих умов. Після заповнення габіонів виконують закриття їх кришок та прошивку дротом вздовж кромки.

7.2.3.2 В якості наповнювача габіона потрібно використовувати камінь розміром від 125 мм до 200 мм (але не більше ніж 250 мм). Мінімальний розмір каменю повинен бути не менше розміру вічка сітки. Допускається укладання (5 – 7) % каменю меншого діаметра.

7.2.3.3 Заповнювати габіон потрібно на третю його частину. Потім потрібно зафіксувати габіон із середини горизонтальною перев'язкою поверх шару каменю. Далі виконують ці операції для другої і третьої частин.

7.2.3.4 Габіони висотою 0,5 м допускається заповнювати в два прийоми.

7.2.3.5 Габіони висотою 0,33 м заповнюють в один прийом без зв'язних скоб.

7.2.3.6 Для компенсації осідання каменю, габіон потрібно заповнювати із запасом (2,5 – 5,0) см вище верхньої його кромки. З цією метою найбільш підходить дрібний кам'яний матеріал.

7.2.4 Влаштування кришки габіона

Кришку габіона потрібно щільно притягувати до верхніх граней габіона та одночасно зв'язувати дротом. Першочергово потрібно виконувати тимчасову прив'язку кутів, щоб не відбувалося зсуву сітки по периметру верху габіона.

7.3 Ущільнення матеріалу засипки системи «Армогрунтова стіна»

7.3.1 Матеріал засипки потрібно розподіляти та розрівнювати шарами, товщину яких визначають методами ущільнення, які застосовують, і проектним положенням елементів армування.

7.3.2 Шари засипки повинні бути горизонтальними за виключенням похилів, потрібних для дренажу та забезпечення водовідведення. Товщина кожного шару повинна бути однаковою по всій зоні засипки. Укладання та ущільнення матеріалу засипки потрібно здійснювати в напрямку, паралельному фасаду стіни поступово, зразу ж за монтажем фасадних елементів і укладанням елементів армування.

7.3.3 Матеріал засипки насипають на укладену сітку товщиною (0,25 – 0,30) м методом насування бульдозером, за допомогою екскаватора або екскаватора-планувальника.

7.3.4 При будівництві в процесі укладання та ущільнення засипки необхідно гарантувати попередження зміщення та пошкодження армуючих прошарків і фасадних елементів.

7.3.5 Не допускається рух машин безпосередньо по поверхні елементів армування. Мінімальна товщина шару засипки для руху транспорту – 0,25 м.

7.3.6 Укоси ґрунту у природному заляганні повинні бути стійкими до обвалення і забезпечувати рівномірне розміщення матеріалу засипки.

7.3.7 Матеріал засипки потрібно ущільнювати відразу ж після його укладання. Ущільнення починають біля фасаду стіни. Ущільнення виконують до моменту досягнення всім шаром засипки потрібного коефіцієнта ущільнення. Коефіцієнт ущільнення повинен бути не меншим ніж 0,95. Не допускаються включення кам'яного матеріалу найбільший розмір яких перевищує $\frac{2}{3}$ товщини шару. Не можна допускати укладання матеріалу засипки без його ущільнення в кінці робочого дня. Ущільнені поверхні повинні бути сплановані для забезпечення поверхневого водовідведення.

7.3.8 Матеріал засипки повинен мати вологість близьку до оптимальної. Допустимі відхилення від оптимальної вологості приймають згідно з ДБН В.2.3-4. За необхідності планують додаткові заходи із зволоження або просушування ґрунту до отримання потрібної вологості. Якість матеріалу засипки необхідно контролювати під час будівництва.

7.3.9 Всі транспортні засоби та будівельне обладнання, які мають масу більшу ніж 1 000 кг, потрібно розміщувати на відстані не меншій ніж 1,5 м від фасаду підпірної стіни.

7.3.10 Рекомендується забезпечити ущільнення засипки до щільності матеріалу 1,8 т/м³.

7.3.11 Для роботи над зоною армування ґрунту не допускається використовувати техніку на гусеничному ході.

7.4 Пошкодження елементів

У випадку будь-яких пошкоджень фасадних елементів (габіонів), елементів армування або з'єднань в процесі монтажу або установки, пошкоджений елемент потрібно замінити.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)
ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ГАБІОНІВ

Типи габіонів наведені на рисунку А.1, а також у [4, 11].

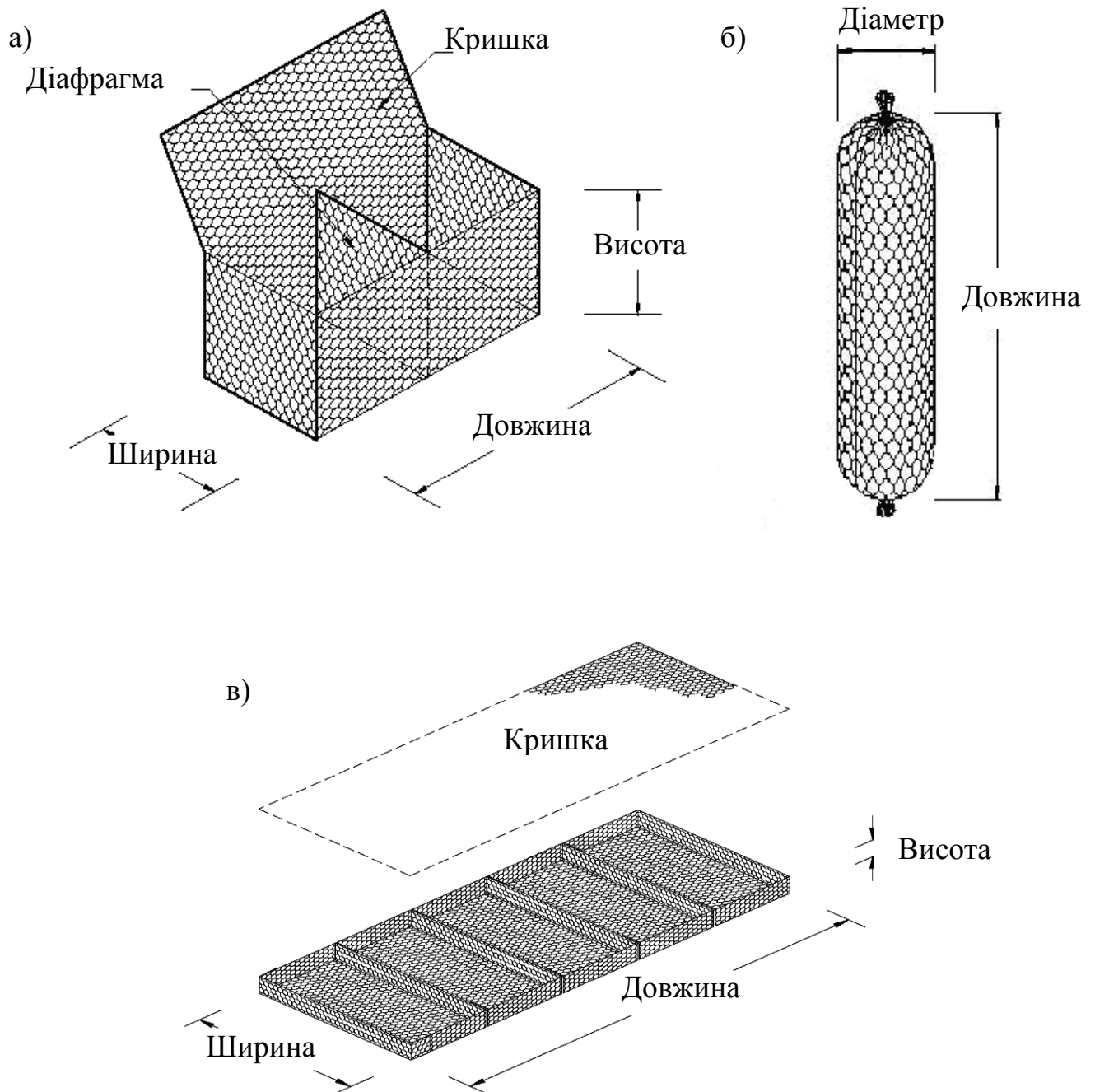
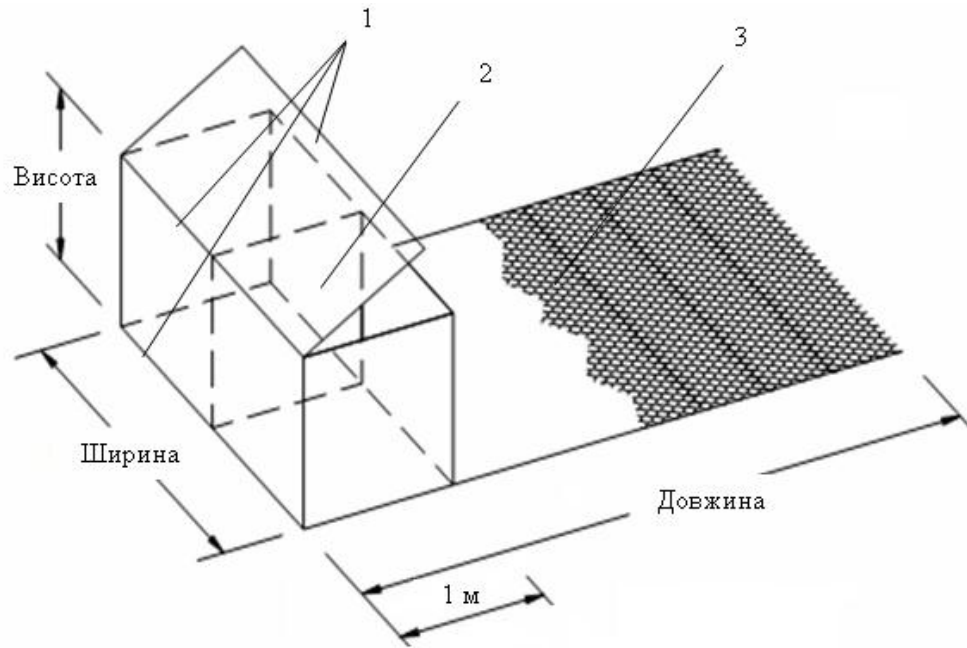


Рисунок А.1 – Типи габіонів: а) коробчаті; б) циліндричні, в) матрацні



1 – армуючий дріт каркаса габіона; 2 – діафрагма; 3 – армуюча панель із сітки

Рисунок А.2 – Конструктивні елементи системи «Армогрунтова стіна»

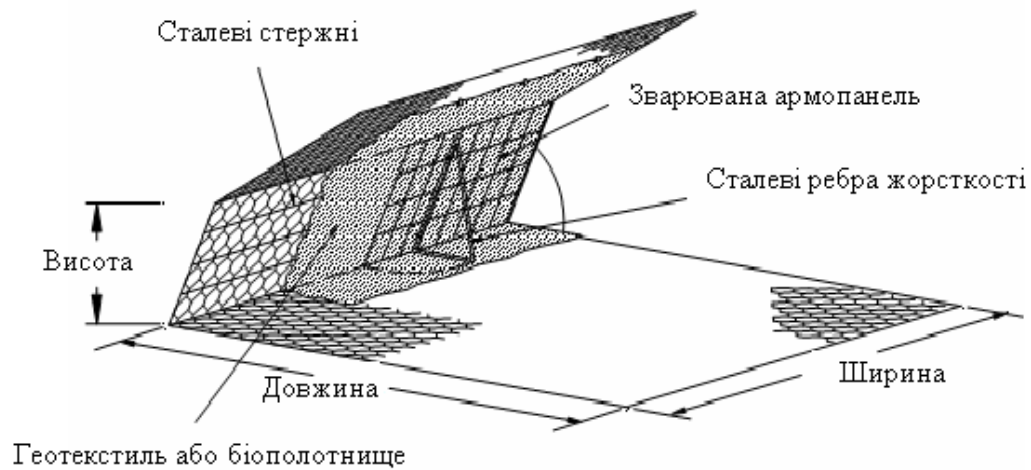


Рисунок А.3 – Конструктивні елементи системи «Зелена стіна»

А.1 Основні параметри та розміри коробчатих габіонів наведені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Основні параметри та розміри коробчатих габіонів

Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Об'єм, м ³
1,5	1,0	0,5	0,75
1,5	1,0	1,0	1,50
2,0	1,0	0,5	1,00
2,0	1,0	1,0	2,00
3,0	1,0	0,5	1,50
3,0	1,0	1,0	3,00
4,0	1,0	0,5	2,00
4,0	1,0	1,0	4,00

А.2 Основні параметри та розміри габіонів для влаштування системи «Армогрунтова стіна» наведені у таблиці А.2.

Таблиця А.2 – Основні параметри та розміри системи «Армогрунтова стіна»

Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Об'єм, м ³
3,0	2,0	0,5	3,0
3,0	2,0	1,0	6,0
4,0	2,0	0,5	4,0
4,0	2,0	1,0	8,0
5,0	2,0	0,5	5,0
5,0	2,0	1,0	10,0
6,0	2,0	0,5	6,0
6,0	2,0	1,0	12,0

А.3 Основні параметри та розміри габіонів у вигляді матраців наведені у таблиці А.3.

Таблиця А.3 – Розміри габіонів у вигляді матраців

Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Площа, м ²
3,0	2,0	0,17	6,0
4,0	2,0	0,17	8,0
5,0	2,0	0,17	10,0
6,0	2,0	0,17	12,0
3,0	2,0	0,23	6,0
4,0	2,0	0,23	8,0
5,0	2,0	0,23	10,0
6,0	2,0	0,23	12,0
3,0	2,0	0,30	6,0
4,0	2,0	0,30	8,0
5,0	2,0	0,30	10,0
6,0	2,0	0,30	12,0
3,0	2,0	0,50	6,0
4,0	2,0	0,50	8,0
5,0	2,0	0,50	10,0
6,0	2,0	0,50	12,0

А.4 Основні параметри та розміри циліндричних габіонів наведені у таблиці А.4.

Таблиця А.4 – Розміри циліндричних габіонів

Довжина, м	Діаметр, м	Об'єм, м ³
2,0	0,65	0,65
3,0	0,65	1,00
4,0	0,65	1,30
2,0	0,95	1,40
3,0	0,95	2,10

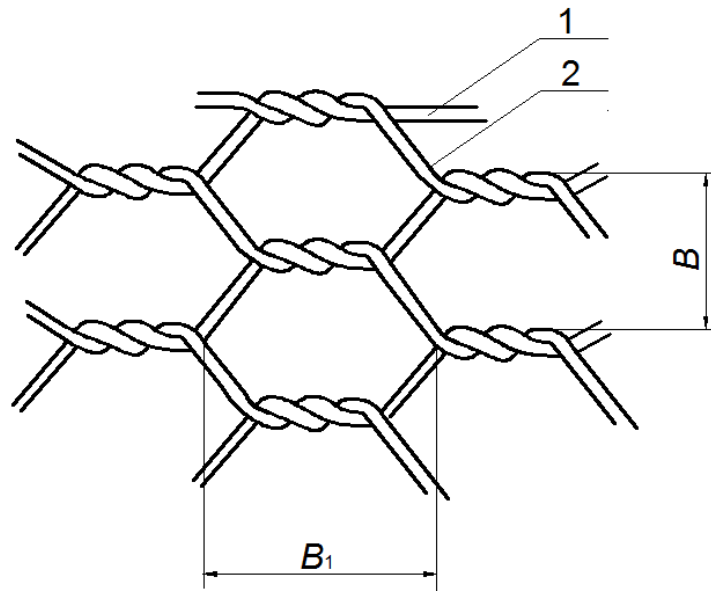
А.5 Вимоги до щільності цинкового покриття дроту наведені у таблиці А.5. Щільність цинкового покриття дроту повинна бути не менше ніж 240 г/м².

Таблиця А.5 – Основні показники цинкового покриття дроту

Ч.ч.	Діаметр дроту, мм	Допуск на діаметр, мм	Кількість цинку, кг/м ²
1	2,0	$\pm 0,06$	0,240
2	2,2	$\pm 0,06$	0,240
3	2,4	$\pm 0,06$	0,260
4	2,7	$\pm 0,08$	0,260
5	3,0	$\pm 0,08$	0,275
6	3,4	$\pm 0,10$	0,275
7	3,9	$\pm 0,10$	0,290

А.6 На рисунку А.4 наведена сітка дрова звивочна із шестикутними вічками для габіонних виробів і її основні розміри.

У таблиці А.6 наведенні навантаження при розтягуванні сітки у поздовжньому напрямку вузла скручування, подовження при цьому складає (6 – 7) %. Навантаження, яке витримує сітка у поперечному напрямку вузла скручування знижується у два рази, а подовження полотна сітки складає (20 – 22) %.



1 – дріт канту; 2 – основний дріт; B – розмір вічка; B_1 – розмір діагоналі вічка

Рисунок А.4 – Сітка дрова звивочна із шестикутними вічками для габіонних виробів

Таблиця А.6 – Границя міцності сітки при розтягуванні у поздовжньому напрямку вузла скручування

Розмір вічка сітки, см	Дріт діаметром, мм				
	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
	Границя міцності на розтяг, кг/м ²				
5×7	35	40	45	–	–
6×8	30	35	42	47	–
8×10	–	–	34	43	53
10×12	–	–	–	35	43

Таблиця А.7 – Розміри вічка і діаметр дроту сітки із покриттям полімером

Розмір вічка сітки, см	Діаметр дроту, мм	
	внутрішній	зовнішній
6×8	2,2	3,2
8×10	2,7	3,7

Таблиця А.8 – Діаметр дроту сітки, кромки і перев'язки при влаштуванні діафрагм

Ч.ч	Діаметр дроту, мм		
	сітки	кромки	перев'язки
1	2,0	2,4	2,0
2	2,2	2,7	2,0
3	2,4	3,0	2,0
4	2,7	3,4	2,2
5	3,0	3,9	2,4

А.7 Розміри і вага каркасів циліндричних габіонів наведені у таблиці А.9.

Таблиця А.9 – Характеристики циліндричних арматурних каркасів

Тип сітки 8×10 см				
Розміри		Об'єм, м ³	Вага, кг	
Довжина, м	Діаметр, м		Дріт із покриттям цинком діам. 3,0 мм	Дріт із покриттям цинком та полімером, внутр. діам. 2,7 мм, зовн. діам. 3,7 мм
2	0,65	0,65	10,3	9,6
3	0,65	1,00	13,8	12,8
2	0,95	1,40	16,2	14,9
3	0,95	2,15	21,3	19,6

А.8 В'язання габіонів можна виконувати як вручну, так і за допомогою спеціальних автоматів типу “степлер”.

А.9 В якості рулонних сіток подвійного скручування допускається застосовувати сітки, розміри і вага яких наведені у таблиці А.10.

Таблиця А.10 – Характеристики рулонних сіток

Дріт із покриттям цинком				Дріт із покриттям цинком та полімером			
Тип сітки, см	Діаметр дроту, мм	Вага, кг/м ²	Висота, м	Тип сітки, см	Діаметр дроту, мм	Вага, кг/м ²	Висота рулону сітки, м
10×12	2,7	1,230	2–3	8×10	2,7/3,7	1,680	2–3
	3,0	1,510	2–3	6×8	2,2/3,2	1,490	2–3
8×10	2,7	1,430	2–3	Сітка рулонами від 29 м до 100 м довжиною			
	3,0	1,780	2–3				
6×8	2,2	1,200	2–3				
	2,7	1,840	2–3				
5×7	2,0	1,240	2–3				

Примітка. У чисельнику наведено внутрішній діаметр дроту, у знаменнику – зовнішній

А.10 Розміри і вага каркасів матрацних габіонів

Розміри і вага каркасів (табл. А.11) можуть бути змінені на місці будівництва шляхом досить нескладних технологічних операцій залежно від конкретних умов застосування цих габіонів.

Таблиця А.11 – Характеристики каркасів матрачних габіонів

Тип сітки, см						
6×8						
Розміри			Вага			
Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Дріт із покриттям цинком діам. 2,7 мм		Дріт із покриттям цинком та полімером, внутр. діам. 2,7 мм, зовн. діам. 3,7 мм	
			кг	кг/м ²	кг	кг/м ²
3	2	0,17	23,0	3,83	25,9	4,31
4	2	0,17	30,5	3,81	34,3	4,29
5	2	0,17	38,0	3,80	42,7	4,27
6	2	0,17	45,5	3,79	51,2	4,26
3	2	0,23	24,4	4,06	27,4	4,57
4	2	0,23	32,2	4,03	36,3	4,53
5	2	0,23	40,1	4,01	45,1	4,51
6	2	0,23	48,0	4,00	54,0	4,50
3	2	0,30	25,9	4,32	29,2	4,86
4	2	0,30	34,2	4,28	38,5	4,82
5	2	0,30	42,6	4,26	47,9	4,79
6	2	0,30	50,9	4,24	57,2	4,77

А.11 Вага і типорозміри елементів систем «Армогрунтова стіна» і «Зелена стіна» наведені у таблицях А.12 і А.13. Вага дроту для зв'язування елементів між собою у ці таблиці не включена. Витрати цього дроту складають від 3 % до 5 % від загальної ваги, передбаченої у таблицях А.12 і А.13.

Таблиця А.12 – Характеристики елементів системи «Армогрунтова стіна»

Тип сітки 8×10 см, покриття цинком та полімером, внутрішній діаметр 2,7 мм, зовнішній діаметр 3,7 мм			
Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Вага, кг
4,0	2,0	0,5–1,0	24,2–29,7
5,0	2,0	0,5–1,0	27,2–32,7
6,0	2,0	0,5–1,0	30,2–35,7

Таблиця А.13 – Характеристики елементів системи «Зелена стіна»

Тип сітки 8×10 см, покриття цинком та полімером, внутрішній діаметр 2,7 мм, зовнішній діаметр 3,7 мм			
Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Вага, кг
3,0	2,0	0,45	13,5
4,0	2,0	0,45	17,0
5,0	2,0	0,45	20,5
3,0	2,0	0,60	14,0
4,0	2,0	0,60	17,5
5,0	2,0	0,60	21,0

Таблиця А.14 – Матеріал для заповнення габіонів

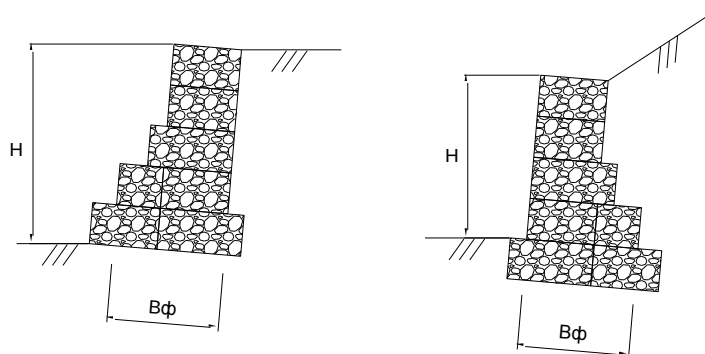
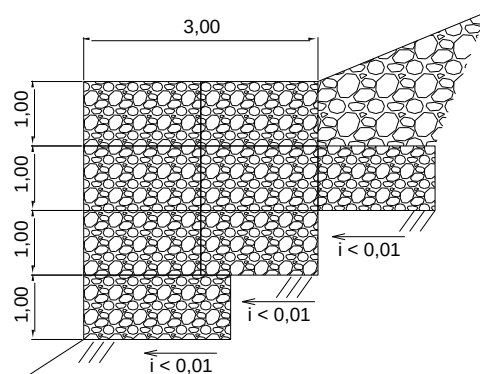
Вид породи	Питома вага часток породи (грунту) γ_s , кН/м ³
Базальт	29,00
Граніт	26,00
Щільний вапняк	26,00
Піщаники	23,00
М'який вапняк	22,00
Туф	17,00

ДОДАТОК Б

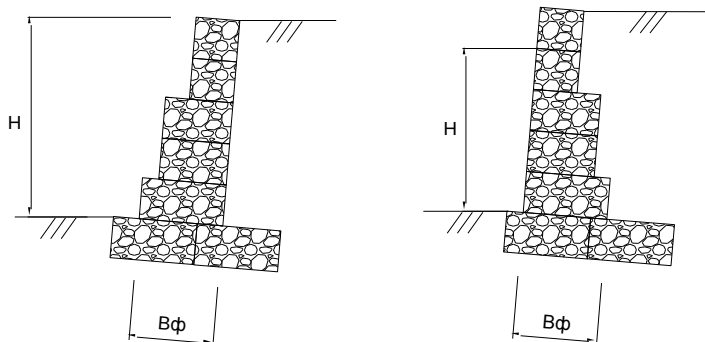
(довідковий)

СХЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ГАБІОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

а)



б)



в)

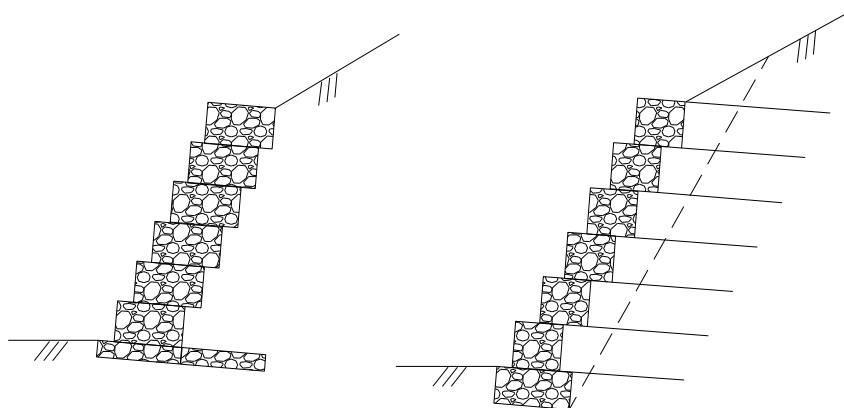
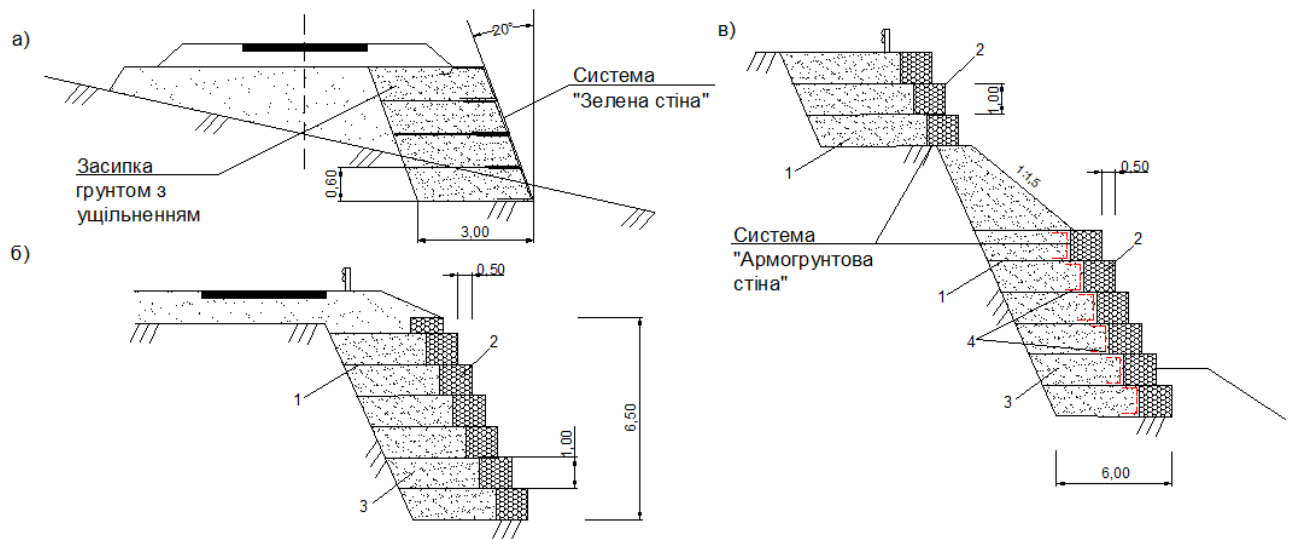


Рисунок Б.1 – Схеми основних типів габіонних стін: а) масивно-об'ємні; б) напівмасивні; в) тонкостінні



1 – елемент армування; 2 – панель із габіонів; 3 – матеріал засипки; 4 – геотекстиль

Рисунок Б.2 – Схеми підпірно-утримуючих габіонних споруд: а) із застосуванням системи «Зелена стіна»; б), в) із застосуванням системи «Армогрунтова стіна»

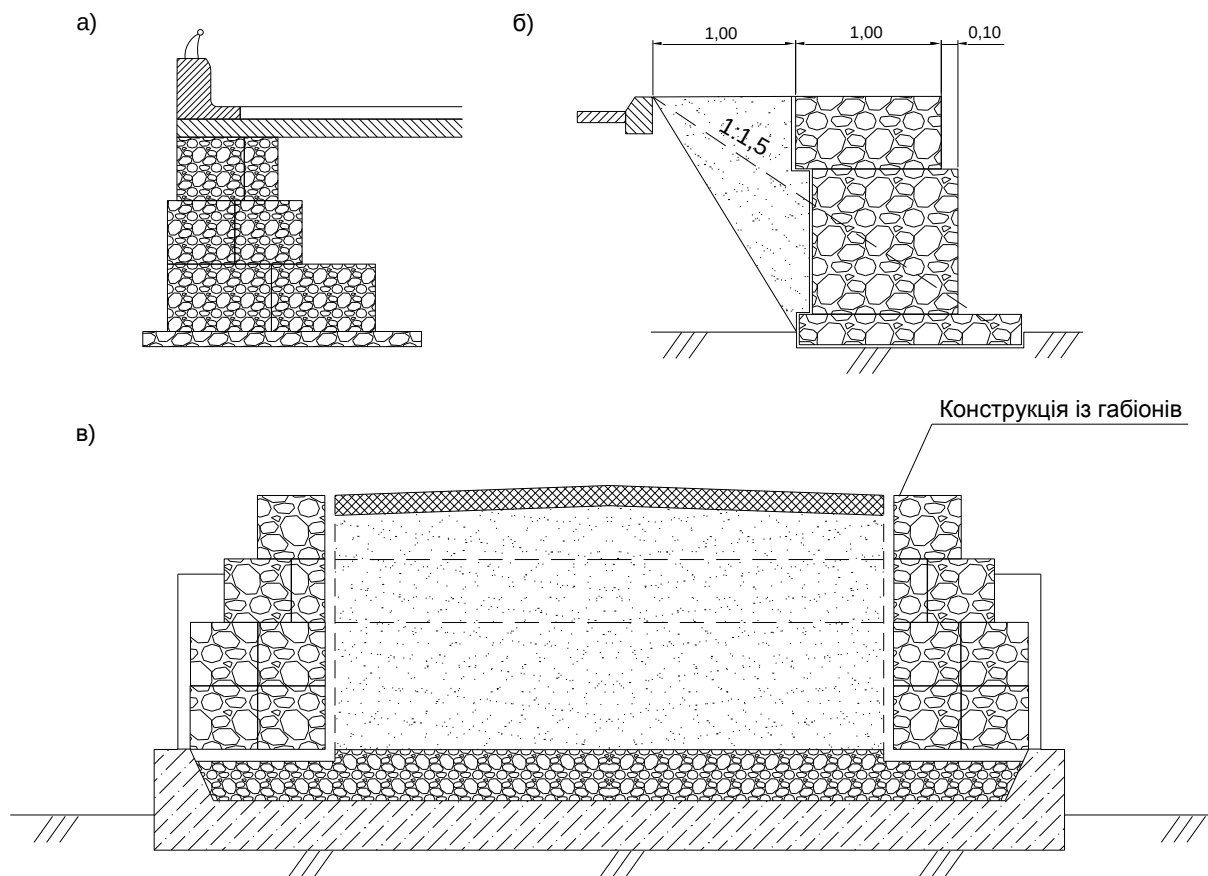
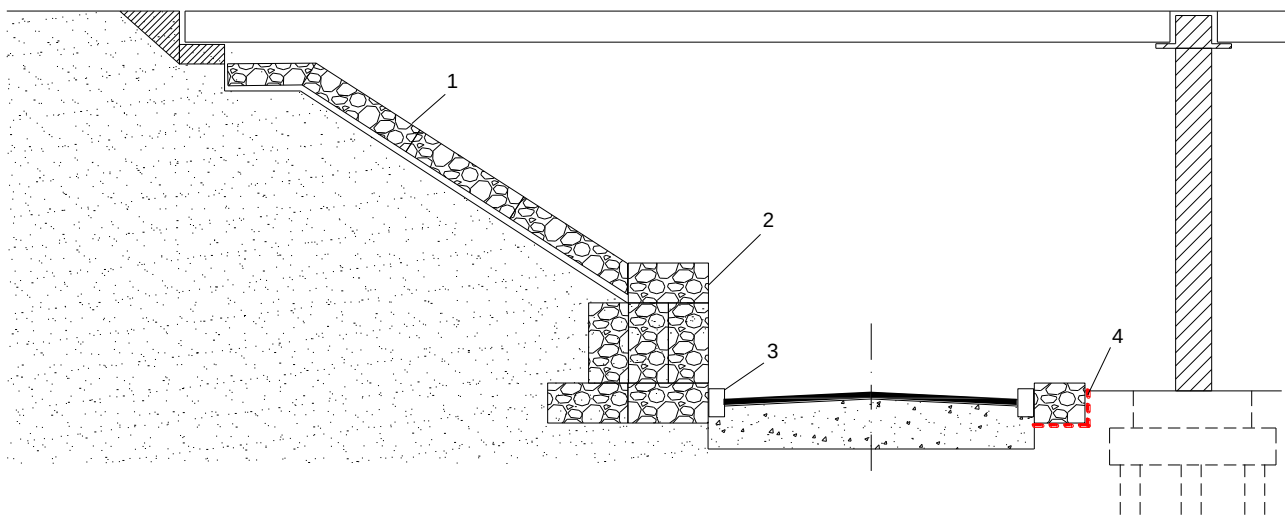


Рисунок Б.3 – Схеми конструктивних рішень заміни укісних частин земляного полотна габіонними підпірно-утримуючими спорудами



1 – матрацні габіони; 2 – коробчаті габіони; 3 – бордюр; 4 – геотекстиль

Рисунок Б.4 – Схема влаштування габійонних конструкцій при розташуванні з'їздів і доріг у стиснених умовах

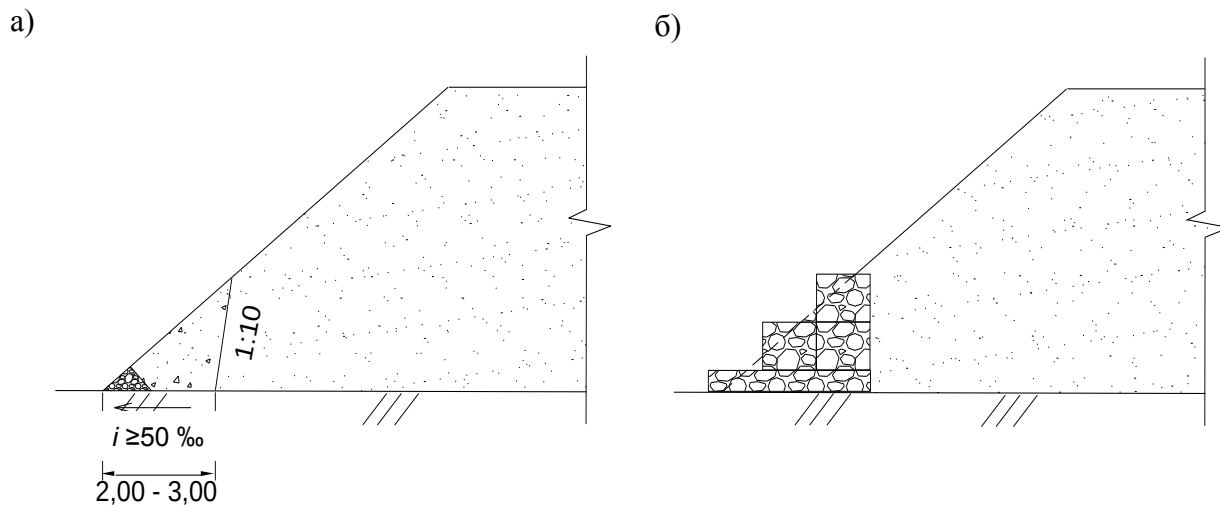


Рисунок Б.5 – Дренажні шпори в укосі: а) традиційні; б) із коробчатих і матрацних габіонів

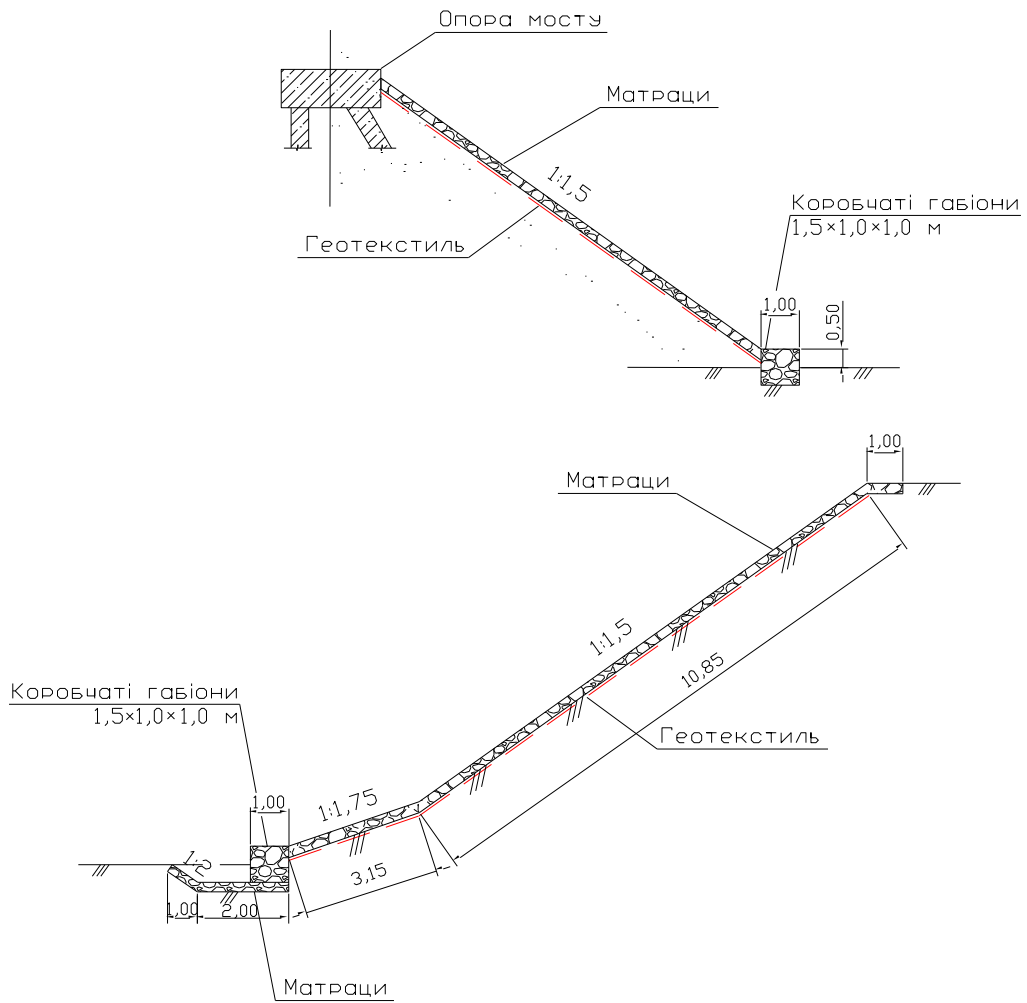


Рисунок Б.6 – Схеми укріплення габійними конструкціями непідтоплюваних укосів: а) підмостових конусів; б) насипів за необхідності влаштування водовідведення

ДОДАТОК В

(довідковий)

СТІЙКІСТЬ УКОСУ НАСИПУ РАЗОМ ІЗ СПОРУДОЮ

Для розрахунків стійкості укосу насипу разом із габіонною підпірною стіною можна прийняти модель Г.М. Шахунянца [12], що дозволяє визначати коефіцієнт стійкості як при круглоциліндричній поверхні, так і при будь-якій іншій формі поверхні можливого зсуву:

$$K_{st} = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot l_i + f_i \cdot N_i + T_{i-yp}) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^n T_{i-зсув} \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}, \quad (B.1)$$

де n – число відсіків, на які ділиться блок можливого зсуву;

$c_i l_i$ – реактивна сила зчеплення по поверхні зсуву в i -му відсіку, кН/м;

c_i – питоме зчеплення ґрунту, кПа;

l_i – довжина поверхні зсуву в межах відсіку, м;

$f_i N_i$ – реактивна сила тертя по поверхні зсуву в i -му відсіку, кН/м;

f_{ji} – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;

$f_{ji} = \tan \varphi_i$; φ_i – кут внутрішнього тертя ґрунту в межах відсіку, град;

N_i – нормальна складова сили ваги i -го відсіку;

$$N_i = Q_i \cdot \cos \beta_i; \quad (B.2)$$

Q_i – вага відсіку, кН/м;

β_i – кут нахилу до горизонту поверхні зсуву в i -му відсіку, град;

T_i – тангенціальна складова сили ваги i -го відсіку (сила вважається зсувною, якщо направлена у бік зсуву блоку і утримуючою – в іншому випадку), кН/м;

$$T_i = Q_i \cdot \sin \beta_i, \quad (B.3)$$

β_i – кут нахилу відсіку до горизонту, град.

При розрахунках за круглоциліндричними поверхнями ковзання найнебезпечнішу поверхню ковзання можна приймати за методом Янбу [7, 12].

ДОДАТОК Г**(довідковий)****СТІЙКІСТЬ ГАБІОННОЇ СТІНИ ПРОТИ ЗСУВУ ПО ОСНОВІ**

Стійкість габіонної стіни проти зсуву по поверхні основи (рис. Г.1) буде забезпечена при виконанні умови (6.11).

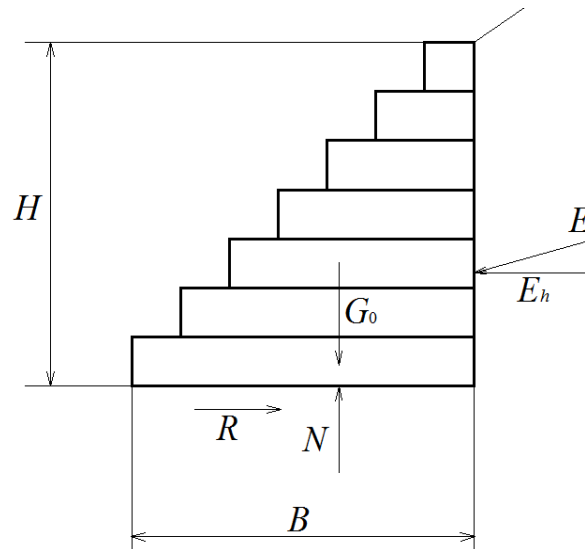


Рисунок Г.1 – Розрахункова схема для визначення стійкості стіни на зсув

Узагальнені утримуючі сили при зсуві, кН/м:

$$R_{\text{зсув}} = f \cdot N + c \cdot B, \quad (\text{Г.1})$$

де f – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;

N – нормальна складова сили ваги стіни, кН/м;

c – питоме зчеплення ґрунту, кПа;

B – ширина підпірної стіни, м.

Узагальнені сили зсуву, кН/м:

$$T_{\text{зсув}} = E_{\text{зсув}} + F_{q_{\text{зсув}}}, \quad (\text{Г.2})$$

де $E_{\text{зсув}}$ – максимальна величина горизонтальної складової активного тиску E_{ah} або зсувного тиску E_h , кН/м;

$F_{q_{\text{зсув}}}$ – сила зсуву від транспортного навантаження, що розташоване на поверхні призми зсуву, кН/м;

$$F_{q_зсув} = P_q y_b, \quad (\Gamma.3)$$

y_b – довжина дії сили P_q на підпірну стіну згідно із СНиП 2.09.03, м.

Габіонну стіну розраховують на сприйняття найбільшого зсувного E_h або активного тиску E_a .

$$E_h = \sum_{i=1}^n ([K_{st}] \cdot T_{i_зсув} - f_i \cdot N_i - c_i \cdot l_i - T_{i_утр}) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}. \quad (\Gamma.4)$$

$$E = \max E_{ah} = E_a \cos(\alpha + \varphi_0).$$

$$E = \max \left\{ \begin{array}{l} E_{ah} = E_a \cos(\alpha + \varphi_0) \\ E_h \end{array} \right\}. \quad (\Gamma.5)$$

Активний тиск незв'язного ґрунту засипки E_a , кН/м:

$$E_a = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot K_a. \quad (\Gamma.6)$$

Силу активного тиску ґрунту засипки E_a (кН/м) на підпірну стіну прикладають на відстані $H/3$ від її основи (рис. Г.2). Силу зсувного тиску ґрунту насипу E_h на підпірну стіну прикладають в середині її висоти.

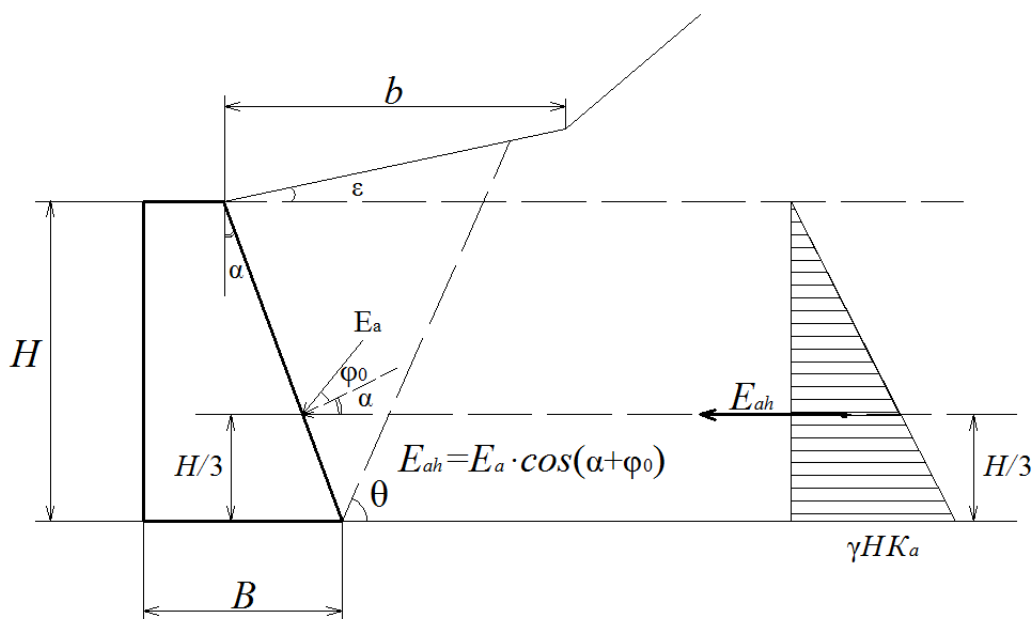


Рисунок Г.2 – Схема дії активного тиску E_a на підпірну стіну

ДОДАТОК Д
(довідковий)
СТІЙКІСТЬ ГАБІОННОЇ СТІНИ ПРОТИ ПЕРЕКИДАННЯ

Стійкість стіни проти перекидання (рис. Д.1) забезпечується при виконанні умови (6.13).

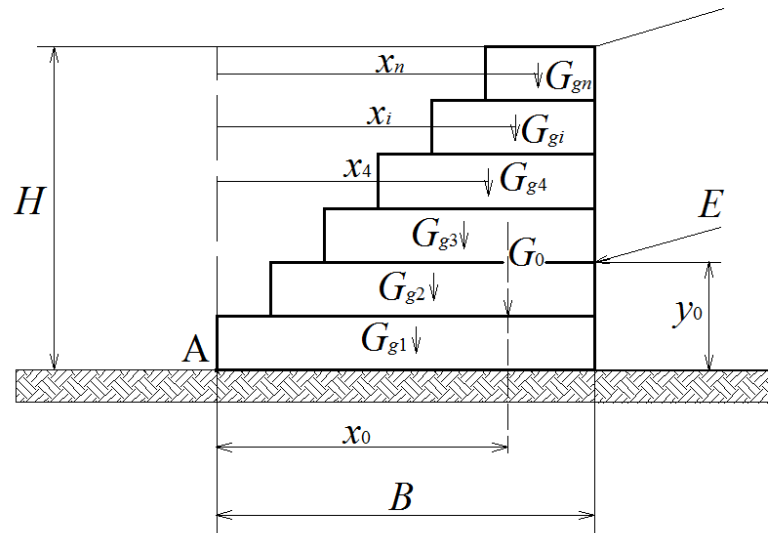


Рисунок Д.1 – Розрахункова схема для визначення стійкості стіни на перекидання

Момент утримуючих сил, кН·м/м:

$$M_{\text{упр}} = G_0 \cdot x_0, \quad (\text{Д.1})$$

де G_0 – рівнодіюча всіх вертикальних навантажень, кН/м;

$$G_0 = \sum_{i=1}^n G_{gi}, \quad (\text{Д.2})$$

де G_{gi} – вага i -ої секції габіона, кН/м;

x_0 – плече рівнодіючої всіх вертикальних навантажень, м;

$$x_0 = \frac{\sum G_{gi} \cdot x_i}{\sum G_{gi}}, \quad (\text{Д.3})$$

x_i – плече сили G_{gi} , щодо точки А (див. рис. Д.1), м;

G_{gi} – вага i -го габіона

$$G_{gi} = \omega_{gi} \cdot \gamma_{gab}, \quad (\text{Д.4})$$

де ω_{gi} – площа i -того габіона, м^2 ;

γ_{gab} – питома вага матеріалу заповнення габіона, кН/м^3

$$\gamma_{gab} = \gamma_{gab_s} (1 - n), \quad (\text{Д.5})$$

γ_{gab_s} – питома вага часток матеріалу заповнення габіона, кН/м^3 ;

n – пористість матеріалу заповнення габіона.

Момент сил, що діють на перекидання стіни:

$$M_{\pi} = E \cdot y_0, \quad (\text{Д.6})$$

де y_0 – плече рівнодіючої всіх горизонтальних сил E , м.

ДОДАТОК Е

(довідковий)

МІЦНІСТЬ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ

Розрахунок напружень σ_v , що діють по підшві габіонної стіни на міцних ґрунтах основи допускається проводити при величині ексцентриситету нормальної сили (N): $e \leq B/6$, з врахуванням трапецеподібного розподілу тиску (рис. Е.1, а), а при $e > B/6$ – з урахуванням трикутного розподілу тиску (рис. Е.1, б).

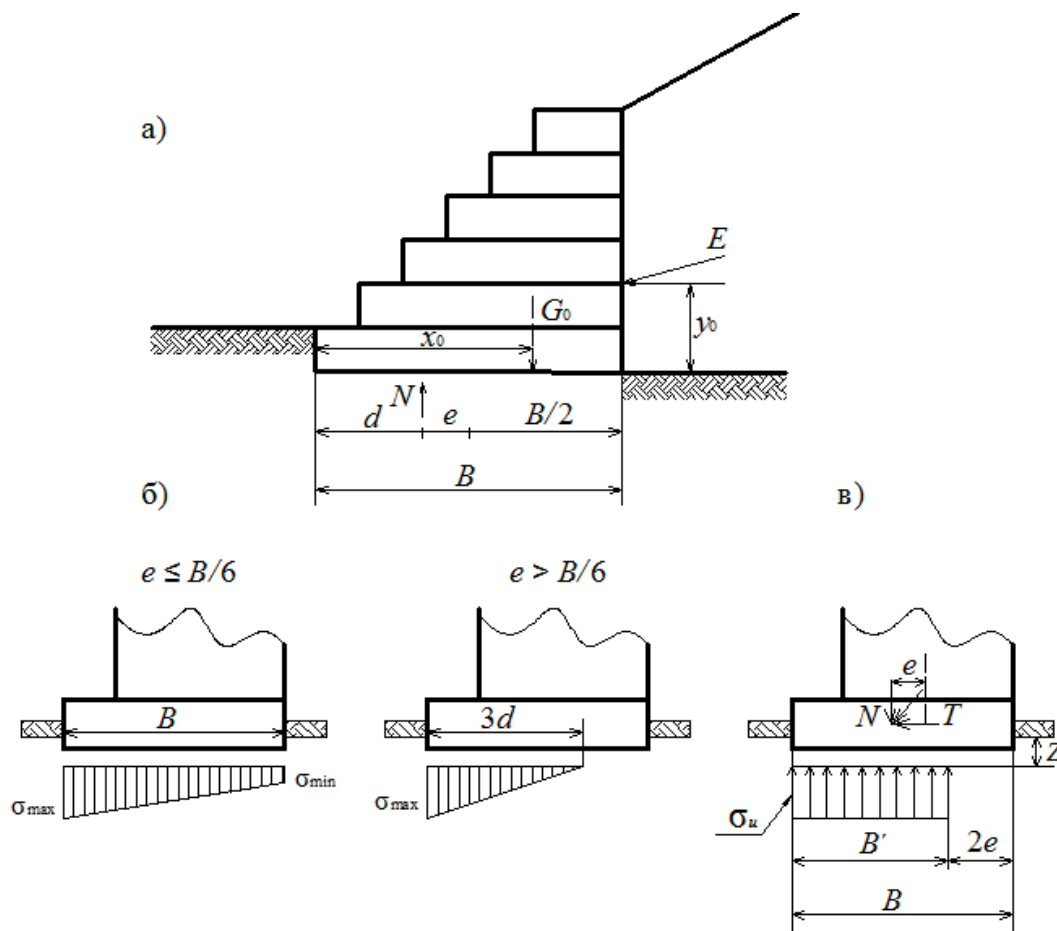


Рисунок Е.1 – Розрахункові схеми для оцінки міцності основи споруди: а) сили, які діють на габіонну стіну; б) розподіл тиску по підшві основи габіона; в) схема для оцінки межі несучої здатності основи

Для випадку $e \leq B/6$ (див. рис. Е.1, а) максимальне $\sigma_{\max}$ і мінімальне $\sigma_{\min}$ значення напружень буде відповідно:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{B} \cdot \left(1 + 6 \cdot \frac{e}{B} \right), \quad (\text{Е.1})$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{B} \cdot \left(1 - 6 \cdot \frac{e}{B} \right). \quad (\text{E.2})$$

Для випадку $e > B/6$ (див. рис. Е.1, б) існує тільки максимальне напруження:

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot d}, \quad (\text{E.3})$$

де d – відстань від нижнього лівого краю підшви габіона до точки реакції ґрунту основи N , м (див. рис. Е.1, а):

$$d = \frac{M_{\text{утр}} - M_{\text{п}}}{N}, \quad (\text{E.4})$$

де $M_{\text{утр}}$ і $M_{\text{п}}$ визначають за (Д.1) і (Д.6) відповідно.

Оцінку міцності основи виконують за допустимими напруженнями:

$$\sigma_u = c \cdot N_c \cdot d_c + q_\gamma \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q + B \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \gamma, \quad (\text{E.5})$$

де c – питоме зчеплення ґрунту основи, кПа;

N_c, N_q, N_γ – безрозмірні коефіцієнти несучої здатності, що залежать від кута внутрішнього тертя φ ;

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\text{tg} \varphi}, \quad (\text{E.6})$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \text{tg} \varphi} \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right), \quad (\text{E.7})$$

$$N_\gamma = 1,8 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \varphi, \quad (\text{E.8})$$

d_c, d_q, d_γ – коефіцієнти, що враховують глибину закладення фундаменту;

$$d_c = d_q = 1 + 0,35 \cdot \frac{z}{B}, \quad (\text{E.9})$$

z – глибина закладення фундаменту, м;

B – ширина основи та габіонної стіни, м;

$d_\gamma = 1$;

q_γ – вертикальний тиск на підшву фундаменту, кН/м²;

$$q_\gamma = \gamma' \cdot z, \quad (\text{E.10})$$

де γ' – питома вага ґрунту вище підшви фундаменту, кН/м³;

i_q, i_γ – коефіцієнти, що враховують нахил навантаження;

$$i_q = 1 - \frac{T}{2 \cdot N}, \quad (\text{E.11})$$

де T, N – горизонтальна і вертикальна складова рівнодіючого зовнішнього навантаження на фундамент, кН/м;

$$i_\gamma = i_q^2, \quad (\text{E.12})$$

γ – питома вага ґрунту під підшвою фундаменту, кН/м³.

ДОДАТОК Ж
(довідковий)
ВНУТРІШНЯ СТІЙКІСТЬ СТІНИ

Міцність сітки габіона на розрив забезпечується при виконанні умови (6.19).

Розрахункове максимальне розтягуюче зусилля в сітці габіона від дії ваги конструкції, кН/м:

$$T_{dg} = 0,5 \cdot K_a \cdot \gamma_f \cdot h_{gab} \cdot [(\gamma_{gab} \cdot h_{gab}) + 2 \cdot n \cdot l_{gab} \cdot (\gamma_{gab} \cdot \gamma_{gab_c})] - E_{dgh}, \quad (\text{Ж.1})$$

де γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням, згідно з 6.1.6 цих норм, $\gamma_f = 1,10$;

h_{gab} – висота габіона, м;

n – кількість габіонів по висоті підпірної стіни, які лежать на розрахунковому габіоні;

l_{gab} – ширина габіона, м;

γ_{gab_c} – вага сітки габіона, кН/м³.

E_{dgh} – пасивний тиск від ваги суміжних габіонів або ґрунту бокової засипки, кН/м.

Якщо грані габіонної підпірної стіни вільні, то найбільш навантаженим є крайній нижній габіон, для зовнішньої грані якого виконується умова $E_{dgh} = 0$. Цей випадок потрібно приймати у розрахунках.

ДОДАТОК И

(довідковий)

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ «АРМОГРУНТОВА СТІНА»

И.1 Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти зсуву по основі

Розрахунок стійкості стіни проти зсуву виконують за формулами (6.11), (6.12) і 6.7.2.3.

Розрахункова схема силових впливів на систему «Армогрунтова стіна» наведена на рисунку И.1.

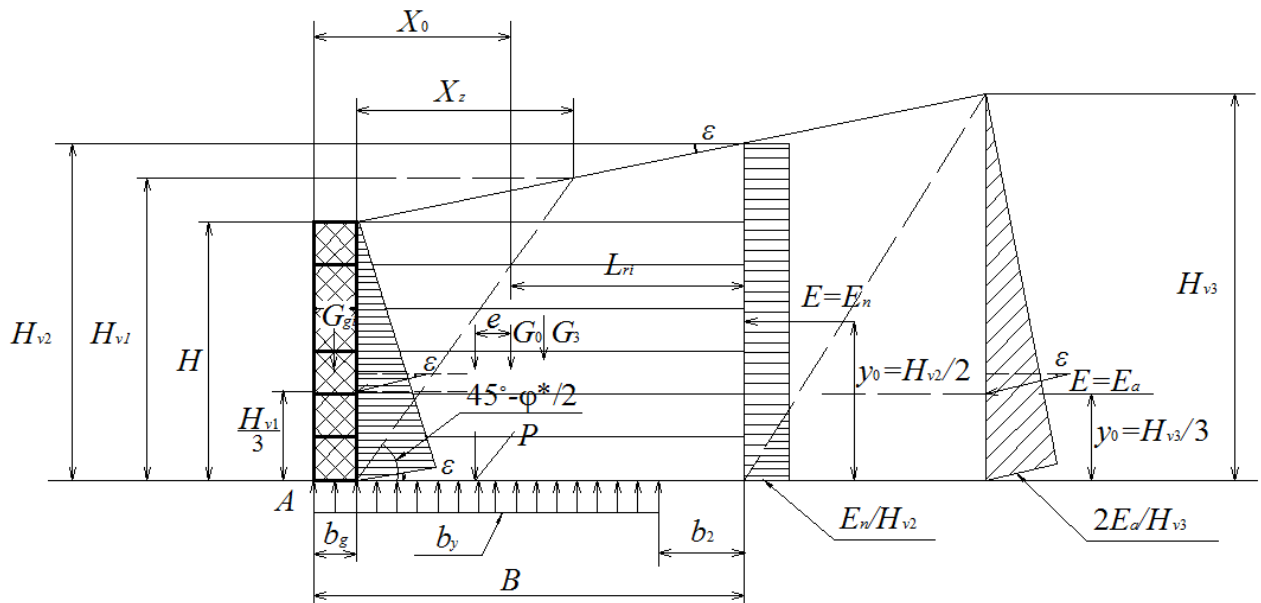


Рисунок И.1 – Розрахункова схема силових впливів на систему «Армогрунтова стіна»

И.2 Стійкість системи «Армогрунтова стіна» проти перекидання

Розрахунок стійкості стіни на перекидання виконують згідно з умовою (6.14), 6.7.2.4 і формул:

$$G_0 = \sum_{i=1}^n (G_{gi} + G_{si}), \quad (\text{И.1})$$

де G_{si} – вага i -го шару матеріалу засипки, кН/м.

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n G_{gi} \cdot x_i + \sum_{i=1}^n G_{si} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n (G_{gi} + G_{si})}, \quad (\text{И.2})$$

$$G_{si} = \omega_{si} \cdot \gamma_d, \quad (\text{И.3})$$

де ω_{si} – площа i -го шару матеріалу засипки, м²;

γ_d – розрахункова питома вага ґрунту (матеріалу) засипки, кН/м³.

И.3 Перевірка несучої здатності основи системи «Армоґрунтова стіна»

Розрахунок σ_v виконують, приймаючи розподіл напружень на ефективну основу постійним на ширині $(B - 2e)$ (див. рис. И.1):

$$\sigma_v = \frac{N}{(B - 2 \cdot e)}, \quad (\text{И.4})$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_{\text{ур}} - M_{\text{п}}}{N}, \quad (\text{И.5})$$

де N – нормальний тиск від ґрунту засипки системи «Армоґрунтова стіна» на основу, кН/м; $N = G_0$.

Якщо величина ексцентриситету e від’ємна, то ефективна основа буде ширше реальної.

Допустимий тиск під підшвою стіни системи «Армоґрунтова стіна» розраховують згідно з 6.7.2.5.

И.4 Перевірка внутрішньої стійкості стіни

Положення лінії, яка поділяє систему «Армоґрунтова стіна» на активну і реактивну частини, для вертикальної лицьової грані виражають через відстань між тильною стороною габіона та границею двох зон на вершині стіни x_z (див. рис. И.1):

$$x_z = H_v \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (\text{И.6})$$

де H_v – умовна висота стіни системи «Армоґрунтова стіна», м;

φ – кут внутрішнього тертя матеріалу засипки, град.

Для кожної i -ої секції стіни системи «Армоґрунтова стіна» визначають довжину закладання (у реактивній зоні) L_{ri} , м за формулою:

$$L_{ri} = (B - b_g) - (H_v - h_i) \cdot \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (\text{И.7})$$

де h_i – глибина розміщення i -ої армуючої сітки, м.

Для кожного шару армуючої сітки визначають величину вертикального тиску σ_{vi} , кПа (рис. И.2):

$$\sigma_{vi} = \gamma \cdot h_i, \quad (\text{И.8})$$

та розраховують розтягуючі зусилля, що діють на армуючі елементи сітки у кожному i -му шарі:

$$T_i = k_a \cdot \Delta H \cdot \sigma_{vi}, \quad (\text{И.9})$$

де ΔH – відстань між армуючими сітками, м.

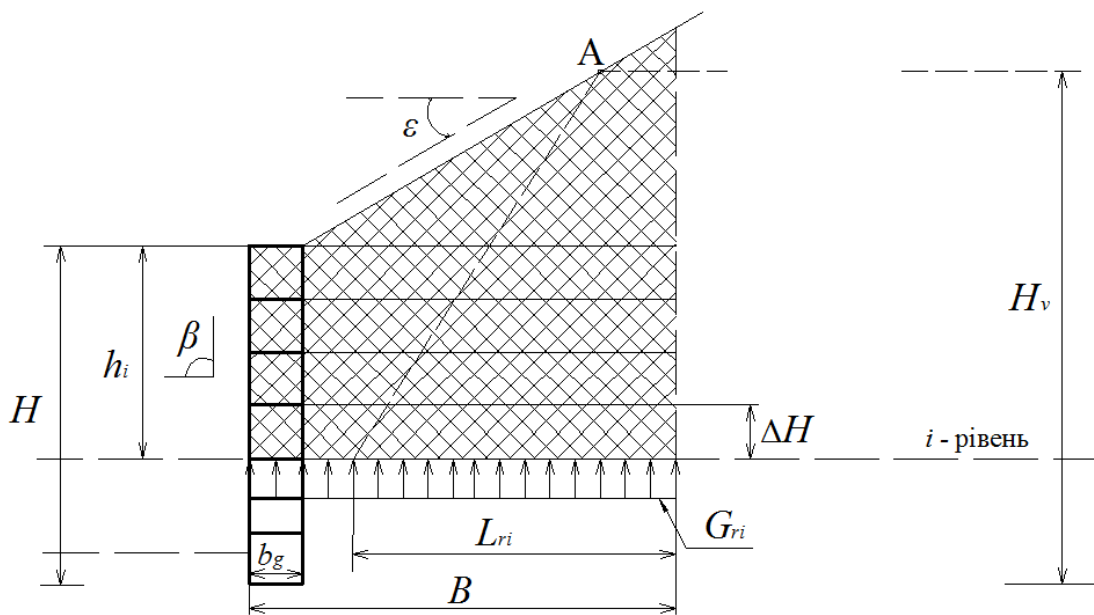


Рисунок И.2 – Розрахункова схема для оцінки внутрішньої стійкості системи «Армогрунтова стіна»

Коефіцієнт запасу на розрив K_{st_p} сітки:

$$K_{st_p} = \frac{R_d}{T}. \quad (\text{И.10})$$

$$[T] = \gamma_p \cdot \sigma_{vi} \cdot L_{ri}, \quad (\text{И.11})$$

де γ_p – коефіцієнт надійності на висмикування сітки з ґрунту, $\gamma_p = 0,91$.

ДОДАТОК К

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Альбом. Конструкції річкових укріпних споруд на гірських автомобільних дорогах України : 89–2000.РУС. – Івано-Франківськ: Державна служба автомобільних доріг України, 2002. – 149 с.
- 2 Регулювання русел річок. Норми проектування : ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000. – К.: Державний комітет України по водному господарству, 2000. – 150 с.
- 3 Вказівки щодо захисту земель, порушених водною ерозією. Габіонні конструкції протиерозійних споруд посібник до ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000 “Регулювання русел річок. Норми проектування”. – К.: ВАТ «Укрводпроект», 2006. – 30 с.
- 4 Вироби габіонні з сітки дротової звичочної з шестикутними вічками ГВС-0. Технічні умови : ТУ У 17.1-33498333-001-2007. – К., 2007. – 19 с.
- 5 Сітки дротові звичочні з шестикутними вічками для габіонних конструкцій СДЗ. Технічні умови : ТУ У 17.1-33498333-002-2007. – К., 2007. – 15 с.
- 6 Методические рекомендации по проектированию и технологии сооружения конструкций застенного и бестраншейного трубчатого дренажа. – М.: Союздорнии, 1989. – 26 с. (Методичні рекомендації з проектування та технології влаштування конструкцій застінного і бестраншейного трубчастого дренажу).
- 7 Посібник з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів (доповнення до ВБН В.2.3-218-544 : 2008). – К.: Укравтодор, 2007. – 146 с.
- 8 Тулаев А.Я. Конструкции и расчет дренажных устройств / Тулаев А.Я. – М.: Транспорт, 1980. – 191 с. (Конструкції та розрахунок дренажних споруд).
- 9 Проектирование подпорных стен и стен подвалов : Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85. – М.: Стройиздат, 1990. – 86 с. (Проектування підпірних стін і стін підвалів: Довідковий посібник до СНиП 2.09.03-85).
- 10 Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства / ЦНИИПромзданий. – М.: Стройиздат, 1984. – 117 с. (Керівництво з проектування підпірних стін і стін підвалів для промислового і цивільного будівництва).
- 11 Рекомендації із застосування габіонових конструкцій у дорожньому будівництві : Р В.2.3-218-02070915-697:2007. – К., 2007. – 39 с.
- 12 Предложения по расчету устойчивости откосов высоких насыпей и глубоких выемок. – М.: СоюздорНИИ, 1986. – 68 с. (Пропозиції із розрахунку стійкості укосів високих насипів і глибоких виїмок).

Код УКНД 93.080.10
класифікаційні угруповання (згідно з ДК 004)

Ключові слова: автомобільна дорога, армований ґрунт, армоґрунтова стіна, габіон, габіонна конструкція, зелена стіна, сітка дротова звивочна, підпірна стіна.