

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для виконання розрахунково-графічної роботи,
практичних занять і самостійної роботи

з навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА В СКЛАДНИХ
МІСТОБУДІВНИХ УМОВАХ»

*(для студентів магістерської програми денної, заочної форм навчання
та слухачів другої вищої освіти
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи, практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна підготовка в складних містобудівних умовах» (для студентів магістерської програми денної, заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад.: І. Е. Линник, Ю. І. Гайко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 40 с.

Укладачі: д-р техн. наук, проф. І. Е. Линник,
канд. техн. наук, доц. Ю. І. Гайко

Рецензент:

О. В. Завальний, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва, протокол № 1
від 29.08.2015.*

ЗМІСТ

	Стор.
МЕТА І ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ.....	4
СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	4
СКЛАД ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	4
ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ	4
Завдання 1. Гідравлічний розрахунок водовідвідної каналу.....	4
Завдання 2. Розрахунок швидкостоків.....	8
Завдання 3. Розрахунок водопропускних труб.....	9
Завдання 4. Проектування дамб обвалування.....	15
4.1 Визначення позначки гребеня дамби.....	15
4.2 Проектування параметрів дамби.....	17
4.3 Фільтраційний розрахунок дамб обвалування.....	17
Завдання 5. Розрахунок горизонтального систематичного дренажу досконалого типу.....	18
5.1 Визначення розрахункового пониження рівня ґрунтових вод.....	19
5.2 Визначення середньої потужності водоносного горизонту.....	20
5.3 Визначення відстані між дренами-осушувачами.....	20
5.4 Визначення питомих витрат (припливу) води до дрени..	21
5.5 Визначення пропускної здатності труби і швидкості течії води в трубах.....	21
Завдання 6. Розрахунок горизонтального систематичного дренажу недосконалого типу.....	22
Завдання 7. Розрахунок вертикального дренажу досконалого типу.....	24
Завдання 8. Розрахунок стійкості насипу на слабкій основі.....	26
РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	28
РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	29
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	29
Додаток А.....	30
Додаток Б.....	32

МЕТА І ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

Мета виконання розрахунково-графічної роботи, практичних занять і самостійної роботи – закріпити і поглибити знання, одержані при вивченні дисципліни «Інженерна підготовка в складних містобудівних умовах».

Завданням виконання розрахунково-графічної роботи є допомогти студентам оволодіти навичками проектування комплексу інженерних заходів щодо захисту міських територій від затоплення та підтоплення.

Розрахунково-графічна робота зараховується і вважається допуском до іспиту.

СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

РГР складається з графічної частини і пояснювальної записки. Обсяг графічної частини – три аркуші ватману формату А3.

На аркушах ватману формату А3 викреслюють: параметри дамби обвалування з кривою депресії (за завданням 4), план майданчика в ізогіпсах, схему дрен і траси колектору, розрізи по дренам і колектору (за завданнями 5, 6). Приклади зображені в додатку Б (рисунки Б.1–Б.4).

СКЛАД ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

У пояснювальній записці представляється розрахункова частина за всіма практичними завданнями, наведеними нижче.

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Завдання 1. Гідравлічний розрахунок водовідвідної каналу

При розрахунку каналів найбільш часто вирішують дві задачі:

Задача 1. Визначити пропускну здатність каналу при заданій її глибині $h_{\text{кан}}$, відомому матеріалі укріплення стінок і ухилі.

Розрахунок зводиться до визначення допустимої глибини води у каналі $h_{\text{кан}} - Z$, де Z – запас при деякій заданій умові або 0,2 м.

Визначають площу живого перерізу:

$$\omega = bh + \frac{m_1 + m_2}{2} h^2; \quad (1.1)$$

змочений периметр:

$$\chi = b + h \left(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right); \quad (1.2)$$

і гідравлічний радіус:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \quad (1.3)$$

У цих формулах: ω – площа живого перерізу, м^2 ; χ – змочений периметр, м; R – гідравлічний радіус, м; b – ширина каналу по дну, м; h – глибина води в каналі, м; m_1, m_2 – крутість укосів каналу.

Гідравлічні елементи потоку визначають із залежностей:

$$V = C\sqrt{Ri} = \frac{R^{2/3}i^{1/2}}{n}, \quad (1.4)$$

$$Q = \omega V, \quad (1.5)$$

де V – швидкість води у каналі, м/с; C – коефіцієнт Шезі; i – гідравлічний ухил, тис. частки; n – коефіцієнт шорсткості; Q – витрати води у каналі, $\text{м}^3/\text{с}$.

Приклад 1. Задано переріз каналу (рис. 1.1). Поздовжній ухил $i = 0,015$. Укріплення – обдернування у стінку. Коефіцієнт шорсткості $n = 0,025$.

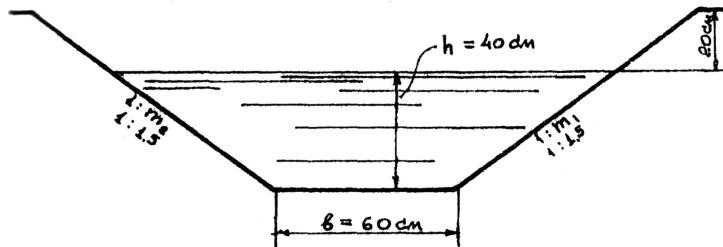


Рисунок 1.1 – Переріз каналу

Розв'язання.

1. Визначаємо площу живого перерізу потоку при глибині $0,40$ м:

$$\omega = 0,6 \cdot 0,4 + \frac{1,5 + 1,5}{2} \cdot 0,16 = 0,48 \text{ м}^2.$$

2. Знаходимо змочений периметр:

$$\chi = 0,6 + 0,4(\sqrt{1 + 1,5^2} + \sqrt{1 + 1,5^2}) = 2,04 \text{ м}.$$

3. Визначаємо гідравлічний радіус:

$$R = \frac{0,48}{2,04} = 0,236 \text{ м}.$$

4. За графіками гідравлічних характеристик знаходимо коефіцієнт C залежно від R і n :

$$C = 30.$$

5. Знаходимо швидкість води в каналі:

$$V = 30\sqrt{0,236 \cdot 0,015} = 1,80 \text{ м/с}.$$

6. Порівнюємо швидкість води у каналі з допустимою швидкістю. При глибині $h = 0,40$ м і обдернуванні у стінку допустима швидкість течії дорівнює $1,50$ м/с. Необхідно прийняти інший тип укріплення. Приймаємо мощення осколковим каменем. При цьому коефіцієнт шорсткості $n = 0,020$.

7. Повторно знаходимо коефіцієнт C :

$$C = 38.$$

8. Швидкість води в каналі дорівнює:

$$V = 38 \sqrt{0,236 \cdot 0,015} = 2,28 \text{ м/с.}$$

9. Допустима швидкість течії для одиночного мощення на щебені розміром каменя 15 см дорівнює 2,5 м/с. Укріплення обране правильно.

10. Знаходимо витрати води в каналі:

$$Q = 0,48 \cdot 2,28 = 1,10 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Задача 2. Визначають глибину наповнення каналу, підбирають укріплення при відомому ухилі й витраті.

Задачу вирішують методом послідовного приближення, тому що швидкість течії залежить від шорсткості, а шорсткість визначають за типом укріплення, яке встановлюють залежно від швидкості течії. Використовують графоаналітичний метод вирішення задачі:

$$f(h) = \omega R^{2/3} = \frac{Qn}{i^{1/2}}. \quad (1.6)$$

Задають кілька значень h , обчислюють за формулами значення ω , χ , R . Визначають функції $R^{2/3}$ і $\omega R^{2/3}$ і будують графік $R = f(h)$ і $\omega R^{2/3} = f(h)$. Відкладають на осі абсцис значення A_n при різних h (відповідних різним типам укріплення), де $A = Q / i^{1/2}$, одержують глибину і відповідні їм значення $R^{2/3}$. Потім обчислюють швидкості за отриманими глибинами наповнення:

$$V = \frac{R^{2/3} i^{1/2}}{n}. \quad (1.7)$$

Перевіряють відповідність швидкостей течії води прийнятим типам укріплення.

Приклад 2. Задано розрахункові витрати $Q = 8,78 \text{ м}^3/\text{с}$. Поздовжній ухил каналу $i = 0,015$.

Задаємося шириною каналу по низові $b = 1,00 \text{ м}$. Крутість укосів 1:2 ($m_1 = m_2 = 2$) (рис. 1.2). Необхідно визначити глибину каналу h_k і тип укріплення.

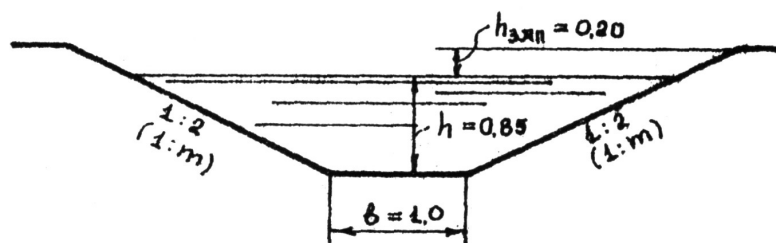


Рисунок 1.2 – Переріз каналу

Розв'язання.

1. При глибині $h = 1,00 \text{ м}$ знаходимо:

$$\omega = 1 \cdot 1 + \frac{2+2}{2} \cdot 1 = 3,00, \quad \chi = 1 + 1(\sqrt{1+4} + \sqrt{1+4}) = 5,48,$$

$$R = \frac{3,00}{5,48} = 0,55, \quad R^{2/3} = \sqrt[3]{(0,55)^2} = 0,671, \quad \omega R^{2/3} = 3,00 \cdot 0,671 = 2,008.$$

2. При глибині $h = 1,20$ м знаходимо:

$$\omega = 1 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,44 = 4,08, \quad \chi = 1 + 1,2 \cdot 4,48 = 6,40,$$

$$R = \frac{4,08}{6,40} = 0,641, \quad R^{2/3} = \sqrt[3]{(0,62)^2} = 0,74, \quad \omega R^{2/3} = 0,74 \cdot 4,08 = 3,02.$$

3. При глибині $h = 1,40$ м:

$$\omega = 1 \cdot 1,4 + 2 \cdot 1,96 = 5,32, \quad \chi = 1 + 1,4 \cdot 4,48 = 7,26,$$

$$R = \frac{5,32}{7,26} = 0,733, \quad R^{2/3} = \sqrt[3]{(0,733)^2} = 0,813, \quad \omega R^{2/3} = 5,32 \cdot 0,813 = 4,32.$$

4. При глибині $h = 1,50$ м:

$$\omega = 1 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,25 = 6,00, \quad \chi = 1 + 1,5 \cdot 4,48 = 7,71,$$

$$R = \frac{6,00}{7,71} = 0,78, \quad R^{2/3} = \sqrt[3]{(0,78)^2} = 0,846, \quad \omega R^{2/3} = 6,00 \cdot 0,846 = 5,075.$$

5. За обчисленими даними будуємо графіки $R^{2/3} = f(h)$ і $\omega R^{2/3} = f(h)$ (рис. 1.3).

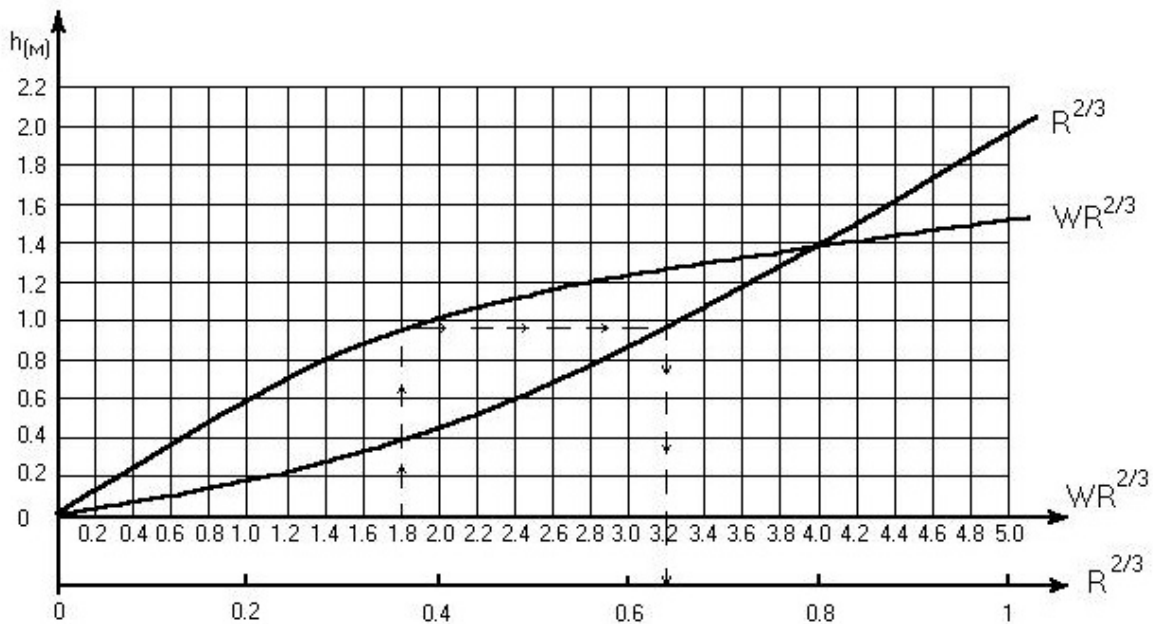


Рисунок 1.3 – Графік визначення $R^{2/3}$ і $\omega R^{2/3}$

6. Знаходимо $A_n = \frac{Q}{i^{1/2}}$ при різних значеннях:

– бетонне укріплення $A_n = \frac{8,78}{0,015} 0,017 = 1,22;$

– мощення $A_n = \frac{8,78}{0,015} 0,020 = 1,44;$

– обдернування в стінку $A_n = \frac{8,78}{0,015} 0,025 = 1,80$.

7. Визначаємо на графіку $A_n = 1,80$, і при цьому значенні обчислюємо глибину $h = 0,95$ і $R^{2/3} = 0,64$.

8. Перевіряємо швидкість у перерізі:

$$V = \frac{0,64}{0,025} 0,122 = 3,12 \text{ м/с.}$$

9. Ця швидкість вище допустимої для укріплення «обдернування в стінку». Приймаємо інший тип укріплення – мощення ($A_n = 1,44$ за графіком $h = 0,85$ і $R^{2/3} = 0,60$). Перевіряємо швидкість у перерізі:

$$V = \frac{0,60}{0,020} 0,122 = 3,65 \text{ м/с.}$$

10. Ця швидкість менше допустимої для одиночного мощення $V_{дон} = 6$ м/с. Отже приймаємо цей тип укріплення каналу.

11. Визначаємо глибину каналу, враховуючи запас – $0,20$ м

$$h_{кан} = 0,85 + 0,20 = 1,05 \text{ м.}$$

Завдання 2. Розрахунок швидкостоків

Ширина лотка швидкостоку може бути задана або визначена за умови підтримки необхідної глибини потоку в кінцевій частині підвідного каналу, тобто виходячи з умови підтримки в підвідному каналі рівномірного руху. Якщо ширина і глибина швидкостоку не обмежена і не визначається конструктивними міркуваннями, тоді приймають гідравлічно найвигідніший переріз (ГНП).

Ухил для вхідної ділянки швидкостоку (рис. 2.1) приймають рівним ухилу дна підвідного каналу. Глибину в кінці вхідної частини (на зламі) приймають рівною критичній h_k , а при більш ніж двохразового перевищення критичної глибини над нормальною глибиною на водоскаті h_{02} глибина на зламі дна дорівнює $h_{зл} = (0,7 - 0,8)h_k$.

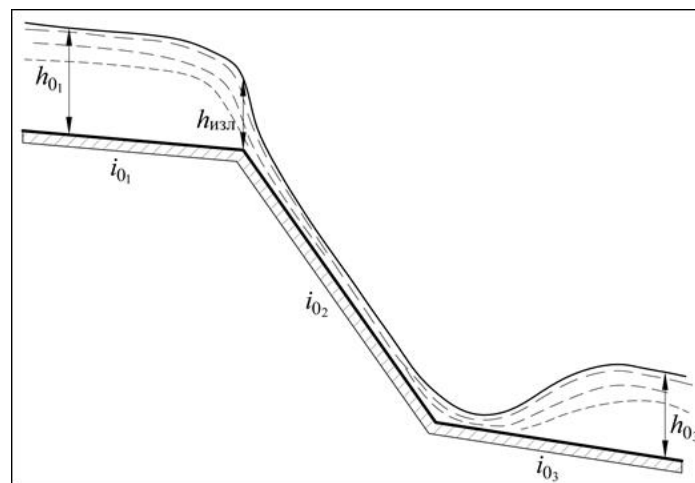


Рисунок 2.1 – Схема швидкостоку з підвідним та відвідним каналами

З техніко-економічних міркувань бетонні швидкостоки влаштовують прямокутного перерізу ($m = 0$).

При високих швидкостях течії на швидкостоці потік захоплює бульбашки повітря, і в результаті цього утворюється водно-повітряна суміш. Це явище (аерація) призводить до збільшення глибин, що необхідно враховувати в розрахунках. Коефіцієнт шорсткості стінок і дна каналу для аерованого потоку n_a наближено визначається за формулою:

$$n_a = a \cdot n, \quad (2.1)$$

де a – коефіцієнт аерації, залежить від ухилу швидкостоку i_{0_2} .

Коефіцієнт a можна приймати за табл. 2.1 залежно від ухилу швидкостоку i_{0_2} і гідравлічного радіусу R .

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнта аерації a

Гідравлічний радіус R , м	Ухил швидкостоку i_{0_2}	a	
0,1–0,2	0,2–0,4	більше 0,4	-
0,1–0,3	1,33	1,33	2,0
менше 0,1	1,33	2,0	3,3

Висоту стінок швидкостоку приймають з деяким запасом, наприклад, 25 см, щоб вода не витікала на прилеглу місцевість.

Значення швидкісної характеристики, відповідної допустимій швидкості течії визначається за формулою:

$$W = \frac{V_{дон}}{\sqrt{i}}. \quad (2.2)$$

Із формули $W = \frac{R^{2/3}}{an}$ знаходять гідравлічний радіус R .

Ширина швидкостоку

$$b = \frac{Q_p}{V_{дон} R}. \quad (2.3)$$

При прямокутному перерізі визначають глибину потоку:

$$h_0 = \frac{bR}{b - 2R}. \quad (2.4)$$

Завдання 3. Розрахунок водопропускних труб

Пропускна здатність безнапірних труб визначають за формулою:

$$Q = \varphi_\sigma \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}; \quad (3.1)$$

– для напірних труб:

$$Q = \varphi_n \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}; \quad (3.2)$$

– для напірних труб:

$$Q = \varphi_n \omega_{mp} \sqrt{2g(H - h_{mp})}, \quad (3.3)$$

де φ_b , φ_n , φ_n – коефіцієнти витрат (φ_b для обтічних оголовків дорівнює 0,95, а для інших – 0,85; $\varphi_n = 0,95$ для всіх оголовків, крім обтічних; $\varphi_n = 0,95-1,0$); ω_c – площа стисненого перерізу, м², яка визначається за допомогою графіка (рис. 3.1); ω_{mp} – площа поперечного перерізу труби, м²; H – глибина води перед трубою, м; h_c – глибина потоку у стиснутому перерізі, м; h_{mp} – висота (діаметр) труби, м.

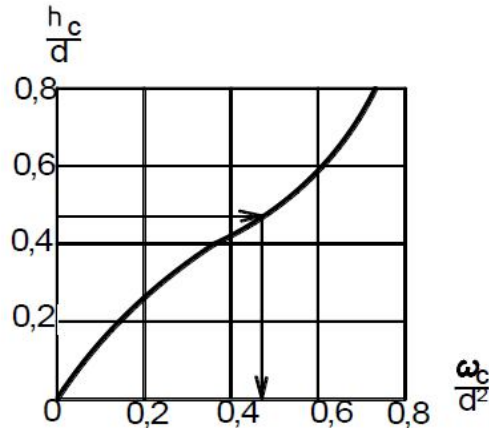


Рисунок 3.1 – Графік для визначення характеристик круглого перерізу

Для прямокутних труб пропускна здатність визначається за формулою

$$Q = 1,35 \cdot b \cdot H^{3/2}, \quad (3.4)$$

де b – ширина прямокутної труби, м.

Розрахована за формулами пропускна здатність труб не повинна відрізнятися від табличної більш ніж на 10 %.

При розрахунках можливо користатись таблицями 3.1–3.4, які дозволяють за витратами і глибиною перед трубою підбирати стандартні отвори труб.

Найменшу висоту насипу біля безнапірних труб визначають за формулою:

$$H_{min} = h_{mp} + \delta + h_{зас}, \quad (3.5)$$

де h_{mp} – діаметр круглої або висота прямокутної труби, м; δ – товщина стінок труби, (табл. 3.3, 3.4) м; $h_{зас}$ – засипка над трубою, яка для автомобільних доріг має бути не меншою ніж 0,5 м.

Найменшу висоту насипу біля напірних і напірних труб визначають за формулою:

$$H_{min} = H + \Delta, \quad (3.6)$$

де H – рівень підпертої води, м; Δ – запас над рівнем підпертої води, який приймають 1,0 м.

Довжина труби залежить від висоти насипу $H_{нас}$ біля труби, яку приймають за поздовжнім профілем після його проектування і повинна бути не менше найменшої висоти насипу біля труби $H_{нас} \geq H_{min}$.

При висоті насипу $H_{нас} \leq 6,0$ м довжина труби без оголовоків

$$L = \left[\frac{0,5B + m(H_{нас} - h_{тр})}{1 + mi_0} + \frac{0,5B + m(H_{нас} - h_{тр})}{1 - mi_0} + n \right] \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (3.7)$$

де B – ширина земляного полотна, м; m – коефіцієнт закладення укосів насипу – 1,5; $H_{нас}$ – висота насипу біля труби, м; $h_{тр}$ – діаметр круглої труби, м; i_0 – ухил труби, приймається рівним похилу лога біля споруди i_c ; n – товщина стінок оголовка, приймається 0,35 м; α – кут між віссю дороги і труби.

Таблиця 3.1 – Гідравлічні характеристики прямокутних труб з нормальною входною ланкою

Отвір труби h x b	Безнапірний режим								Напівнапірний режим		
	Q _{р.} м ³ /с	Q _{н.} м ³ /с	H, м	h _{вх.} м	h _{к.} м	h _{сж.} м	i _{к.}	V _{вх.} м/с	Q _{н.} м ³ /с	H, м	V _{вх.} м/с
1,5x2,0	6,75	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	8,25	2,30	4,3
	-	7,5	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	13,50	3,99	7,1
2,0x2,0	9,00	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	11,00	2,30	4,3
	-	10,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	18,00	3,99	7,1
3,0x2,0	13,50	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	16,50	2,30	4,3
	-	15,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	27,00	3,99	7,1
2,0x3,0	17,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	21,00	3,47	5,5
	-	19,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	23,60	3,99	6,2
3,0x3,0	25,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	31,50	3,47	5,5
	-	28,50	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	35,40	3,99	6,2
4,0x3,0	34,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	42,00	3,47	5,5
	-	38,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	47,20	3,99	6,2
5,0x3,0	42,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	52,50	3,47	5,5
	-	48,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	59,00	3,99	6,2
6,0x3,0	51,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	63,00	3,47	5,5
	-	57,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	70,80	3,99	6,2

При висоті $H_{нас} > 6,0$ м довжина труби:

$$L = \left[\frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{нас} - h_{тр})}{1 + 1,75i_0} + \frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{нас} - h_{тр})}{1 - 1,75i_0} + n \right] \frac{1}{\sin \alpha}. \quad (3.8)$$

Повна довжина труби:

$$L_{тр} = L + 2M, \quad (3.9)$$

де M – довжина оголовоків (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.2 – Гідравлічні характеристики типових круглих труб

Тип оголовка	Діаметр отвору, м	Витрата, м ³ /с	Глибина води перед трубою, м	Швидкість на виході з труби, м/с
1	2	3	4	5
Безнапірний режим				
Портальний	0,75	0,25	0,41	1,40
		0,40	0,62	1,70
		0,60	0,79	2,00
		0,74	0,90	2,20
Розтрубний з нормальним вхідним кільцем	1,00	1,00	0,94	2,40
		1,70	1,27	2,70
		1,40	1,15	2,70
Розтрубний з кінцевим вхідним кільцем	1,00	0,60	0,57	1,40
		1,00	0,84	2,40
		1,40	1,03	2,70
		1,70	1,08	2,70
		2,00	1,31	3,30
		2,20	1,39	3,40
	1,25	1,00	0,77	2,20
		1,50	0,95	2,50
		2,00	1,13	2,70
		2,50	1,29	3,00
		2,70	1,37	3,20
		3,00	1,46	3,30
		3,50	1,61	3,50
		3,90	1,74	3,80
	1,50	2,50	1,19	2,90
		2,80	1,27	3,00
		3,00	1,32	3,00
		3,50	1,45	3,20
		3,90	1,54	3,30
		4,30	1,63	3,50
		4,70	1,75	3,70
		5,00	1,81	3,70
	6,00	2,08	4,10	
	Розтрубний з кінцевим вхідним кільцем	2,00	3,50	1,26
4,00			1,36	3,00
4,50			1,47	3,20

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	2,00	5,00	1,55	3,30
		5,50	1,65	3,40
		6,00	1,73	3,50
		6,50	1,81	3,60
		7,00	1,90	3,70
		7,50	1,98	3,80
		8,00	2,06	3,90
		8,50	2,14	4,00
		9,00	2,22	4,10
		9,70	2,32	4,20
		10,00	2,38	4,30
		10,50	2,46	4,30
11,00	2,54	4,50		
12,50	2,78	4,80		
Напівнапірний режим				
Розтрубний з нормальним вхідним кільцем	1,00	1,70	1,27	3,60
		2,30	1,89	4,90
		2,50	2,12	5,30
		2,80	2,54	6,00
	1,25	3,00	1,59	4,10
		3,50	1,00	4,80
		4,00	2,38	5,50
		4,40	2,73	6,00
	1,50	4,70	1,91	4,40
		5,20	2,21	4,90
		5,60	2,42	5,30
		6,00	2,64	5,70
		6,36	2,85	6,00
Напірний режим				
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	1,00	3,00	1,66	4,20
		3,50	2,02	5,00
	1,25	5,00	1,96	4,50
		6,00	2,45	5,40
	1,50	7,00	2,24	4,40
		8,00	2,40	5,00
		8,50	2,58	5,30
	2,00	13,50	2,86	4,90
		14,50	3,01	5,10
		16,00	3,11	5,70
		16,50	3,22	5,90

Таблиця 3.3 – Геометричні розміри круглих труб

Отвір d, м	Вхідна ланка		Довжина оголовка М, м	Висота на- сипу Н _{нас} , м	Товщина ланки δ, м
	Висота h _{вх} , м	Довжина l _{вх} , м			
1,00	1,20	1,32	1,78	<u>До 4,0</u> 4,1-7,0	<u>0,0</u> 0,2
1,25	1,50	1,32	2,26	<u>До 4,0</u> 4,1-8,0 8,1-20	<u>0,12</u> <u>0,14</u> 0,18
1,50	1,80	1,32	2,74	<u>До 4,5</u> 4,6-9,0 9,1-20	<u>0,14</u> <u>0,16</u> 0,22
2,00	2,40	1,32	3,66	<u>До 5,0</u> 5,1-9,0 9,1-20	<u>0,16</u> <u>0,20</u> 0,24

Таблиця 3.4 – Геометричні розміри прямокутних труб

Отвір b x h	Вхідне кільце-секція		Довжина оголовка $\frac{j}{i_1}$, м	Висота насипу Н _{нас} , м	Товщина плити пе- рекриття δ, м
	Висота h _{вх} , м	Довжина l _{вх} , м			
1,5x2,0	<u>2,0</u>	3,02	<u>3,20</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,19</u> 0,30
	2,5		3,95		
2,0x2,0	<u>2,0</u>	3,02	<u>3,20</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,22</u> 0,37
	2,5		3,95		
3,0x2,0	<u>2,0</u>	3,02	<u>3,20</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,30</u> 0,47
	2,5		3,92		
2,0x3,0	<u>3,0</u>	3,02	<u>4,70</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,22</u> 0,37
	3,5		5,45		
3,0x3,0	<u>3,0</u>	3,02	<u>4,70</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,30</u> 0,47
	3,5		5,45		
4,0x3,0	<u>3,0</u>	3,02	<u>4,70</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,36</u> 0,57
	3,5		5,45		
5,0x3,0	<u>3,0</u>	3,02	<u>4,70</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,43</u> 0,68
	3,5		5,45		
6,0x3,0	<u>3,0</u>	3,02	<u>4,70</u>	<u>До 8,0</u> 8,1-20,0	<u>0,50</u> 0,76
	3,5		5,45		

Завдання 4. Проектування дамб обвалування

4.1 Визначення позначки гребеня дамби

Елементи глибоководної хвилі визначають за формулами:

$$h_{2л} = 0,073 \cdot K_P W \sqrt{\frac{D}{\lambda_{0ГЛ}}}, \quad (4.1)$$

$$\lambda_{2л} = 0,073 \cdot W \sqrt{D \lambda_{0ГЛ}}, \quad (4.2)$$

$$\lambda_{0ГЛ} = 9 + 19 e^{-\frac{14}{W}}, \quad (4.3)$$

де $h_{2л}$ – висота хвилі на глибокій воді, м; $\lambda_{2л}$ – довжина хвилі на глибокій воді, м; $\lambda_{0ГЛ}$ – відносна довжина хвилі на глибокій воді; K_P – коефіцієнт, який враховує підвищену інтенсивність розвитку хвилі на початку розгону, розраховують за формулою:

$$K_P = 1 + e^{-0,4 \frac{D}{W}}, \quad (4.4)$$

де D – довжина вітрового розгону, яку приймають за таблицею вихідних даних (табл. А.1 додатку А); W – розрахункова швидкість вітру, м/с, виміряна на висоті 10 м (табл. А.1 додатку А).

Висоту h і довжину хвилі λ в заданій точці знаходять за формулами:

$$h = \beta \cdot h_{2л}; \quad (4.5)$$

$$\lambda = \alpha \cdot \lambda_{2л}, \quad (4.6)$$

де $h_{2л}$ – висота хвилі на глибокій воді, м; $\lambda_{2л}$ – довжина хвилі на глибокій воді, м; α , β – коефіцієнти, які залежать від відношення $H/\lambda_{2л}$ і визначаються за табл. 4.1; H – середня глибина водойми, м (табл. А.1 додатку А).

Висоту нахату хвилі на укис розраховують так:

$$h_n = 2K_{ш} \frac{h}{m_l} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{h}}, \quad (4.7)$$

де $K_{ш}$ – коефіцієнт шорсткості, приймається залежно від типу укріплення укусу за табл. 4.2; m_l – коефіцієнт верхового укусу, визначається за табл. 4.3.

Перевищення гребня дамби над розрахунковим рівнем води визначають за формулою:

$$Z = \Delta h + h_n + a, \quad (4.8)$$

де Δh – величина вітрового нагону (табл. А.1 додатку А); h_n – висота нахату розрахункової хвилі на укис, м (див. формулу 4.7); a – запас у висоті споруди, що вимірюється від позначки нахату хвилі на укис, м, приймається залежно від умов експлуатації та класу дамби за табл. 4.4.

Позначку гребеня дамби Z_2 обчислюють за формулою:

$$Z_2 = Z_6 + Z, \quad (4.9)$$

де Z_6 – розрахункова позначка води у водоймі, м (табл. А.1 додатку А).

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів α і β

H/λ_{2l}	α	β	H/λ_{2l}	α	β
0,01	0,119	0,251	0,26	0,724	0,753
0,02	0,161	0,306	0,28	0,74	0,767
0,03	0,2	0,352	0,3	0,765	0,78
0,04	0,238	0,394	0,35	0,796	0,81
0,05	0,275	0,428	0,4	0,823	0,832
0,06	0,310	0,462	0,45	0,85	0,854
0,07	0,343	0,493	0,5	0,866	0,871
0,08	0,378	0,519	0,6	0,904	0,904
0,09	0,406	0,542	0,65	0,918	0,913
0,1	0,435	0,564	0,7	0,930	0,930
0,12	0,485	0,596	0,75	0,942	0,942
0,14	0,54	0,635	0,8	0,956	0,956
0,16	0,582	0,662	0,85	0,967	0,967
0,18	0,617	0,685	0,9	0,980	0,98
0,2	0,652	0,703	0,95	0,990	0,99
0,22	0,679	0,720	1	1	1
0,24	0,703	0,736	-	-	-

Таблиця 4.2 – Коефіцієнт шорсткості

Тип укріплення схилу	Коефіцієнт шорсткості
Суцільне непроникне покриття (асфальтобетон)	1
Бетонне покриття	0,9
Мостова (кам'яна кладка)	0,75–0,8
Накид:	
– з кругляка	0,6–0,65
– з рваного каменю	0,55
– з масивів	0,5

Таблиця 4.3 – Визначення коефіцієнтів верхнього та низового укосів

Ґрунт тіла дамби	Коефіцієнти укосу при розрахунковій висоті дамби					
	до 4 м		від 4 до 7 м		більше 7 м	
	m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2
Суглинок	2	1,5	2,5	1,75	3	2,25
Лес	2,75	2,25	3,25	2,75	3,75	3
Супісь	2,75	2,25	3	2,5	3,25	2,75
Пісок середньозернистий	2,75	2,25	2,75	2,25	3	2,5
Пісок дрібнозернистий	3	2,5	3,25	2,75	3,5	3

Таблиця 4.4 – Піднесення гребеня дамби

Умови експлуатації	Клас дамби			
	1	2	3	4
Нормальні	1	0,7	0,5	0,4
Надзвичайні	0,7	0,5	0,4	0,3

4.2 Проектування параметрів дамби

Визначають висоту дамби в ідеальному перерізі:

$$H_D = Z + H, \quad (4.10)$$

де Z – перевищення гребеня дамби над розрахунковим рівнем води, м;
 H – глибина води перед дамбою, м.

Розраховують ширину верхньої частини дамби:

$$b = 1,65 \sqrt{H_D}, \text{ але не менше } 3 \text{ м.} \quad (4.11)$$

4.3 Фільтраційний розрахунок дамб обвалування

Фільтраційний розрахунок дамб виконують для встановлення положення депресійної кривої в тілі дамби і визначення фільтраційних витрат води. Схема до фільтраційного розрахунку наведена на рисунку 4.1.

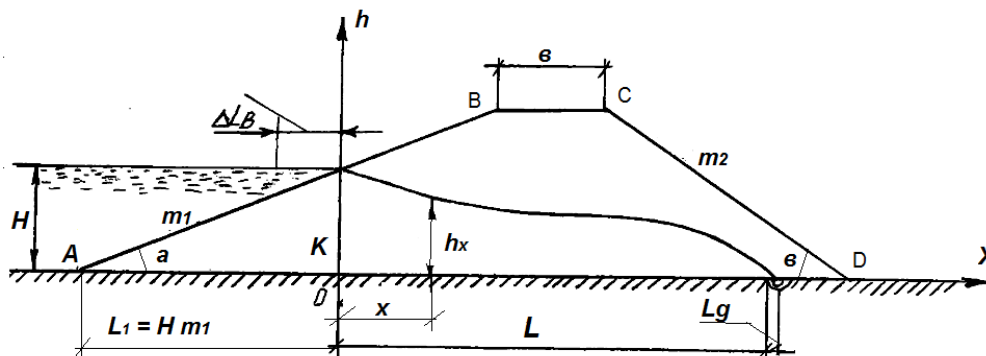


Рисунок 4.1 – Однорідна дамба на водонепроникній основі

Визначають фільтраційні витрати на 1 погонний метр дамби:

$$q = K \left(\frac{H^2}{2L_p} \right), \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4.12)$$

де H – глибина води перед дамбою, м; K – коефіцієнт фільтрації тіла дамби (табл. 4.5); L_p – розраховують за формулою:

$$L_p = L + \Delta L_B, \quad (4.13)$$

де L – відстань до початку обсіпання (див. рис. 4.1);

$$L = AD - L_1 - L_0 - 5\text{м};$$

$$\Delta L_B = \beta_B H; \quad (4.14)$$

H – глибина води перед дамбою, м; β_B – коефіцієнт, який залежить від величини верхнього укосу, знаходять за формулою:

$$\beta_B = \frac{m_1}{2m_1 + 1}, \quad (4.15)$$

де m_1 – коефіцієнт верхнього уосу, приймають за таблицею 4.3.

Таблиця 4.5 – Коефіцієнт фільтрації тіла дамби

Ґрунт	Лес	Суглинок	Супісь	Пісок		
				дрібний	середній	крупний
$K, \text{ м/добу}$	0,008	0,1–0,2	0,2–0,8	2–5	5–15	15–50

Приймаючи значення X , визначають положення кривої депресії.

$X, \text{ м}$	1	5	9	12	...	N
$h_x, \text{ м}$						

Величину h_x обчислюють за формулою:

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{K} (L - x + L_0)}, \quad (4.16)$$

де L_0 – відстань від початку обсіпання до осі дрени, м, визначають за формулою:

$$L_0 = 0,5 \frac{q}{K}, \quad \text{або прийняти } 0,4\text{--}0,5 \text{ м.} \quad (4.17)$$

Завдання 5. Розрахунок горизонтального систематичного дренажу досконалого типу

Вихідними даними для проектування систематичного дренажу є топографічний план ділянки дренажу, виконаний в масштабі 1:1000–1:2000, створений на основі сітки квадратів зі сторонами 50x50 або 100x100 м (рис. 5.1 і табл. Б.2 дод. Б).

Коефіцієнт фільтрації k приймають після визначення його в лабораторії або за вказівкою керівника проекту.

Для отримання геологічних і гідрогеологічних даних в вершинах квадратів бурять розвідувальні свердловини з відбором зразків та вимірами глибин появи води. За даними топографічної зйомки і матеріалів буріння будують зображення поверхні водоупора, для чого:

- обчислюють позначки вершин квадратів на поверхні землі;
- за глибинами свердловин, пробурених у вершинах квадратів, визначають позначки поверхні водоупора з урахуванням занурення бура в пласт глини;
- за позначками верху пласта глини будують ізогіпси поверхні водоупора.

При розрахунку систематичного дренажу горизонтального типу необхідно визначити відстань між дренами, положення рівня ґрунтових вод після осушен-

ня, приплив ґрунтових вод до дрен і до колектора, діаметри і ухили труб дрен і колектора.

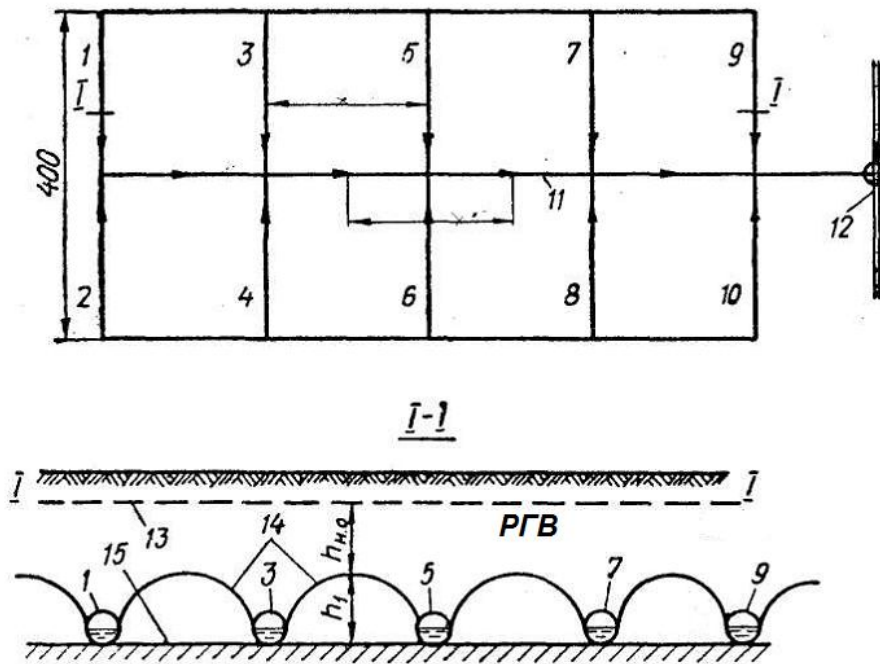


Рисунок 5.1 – Схема осушувальної мережі досконалого систематичного дренажу:
 1–10 – дрен-осушувачі; 11– колектор; 12 – зливостоки; 13 – рівень ґрунтових вод до осушення; 14 – рівень ґрунтових вод при роботі дренажу; 15 – водоупор; $h_{н.о}$ – глибина пониження рівня ґрунтових вод; h_1 – висота шару води над водоупором

5.1 Визначення розрахункового пониження рівня ґрунтових вод

Розрахункове зниження рівня ґрунтових вод $S = h_{н.о}$ (рис. 5.2) визначають залежно від глибини закладання фундаментів будівель, наявності підвальних приміщень, а також від нормативних мінімальних глибин залягання рівня ґрунтових вод за формулою (5.1):

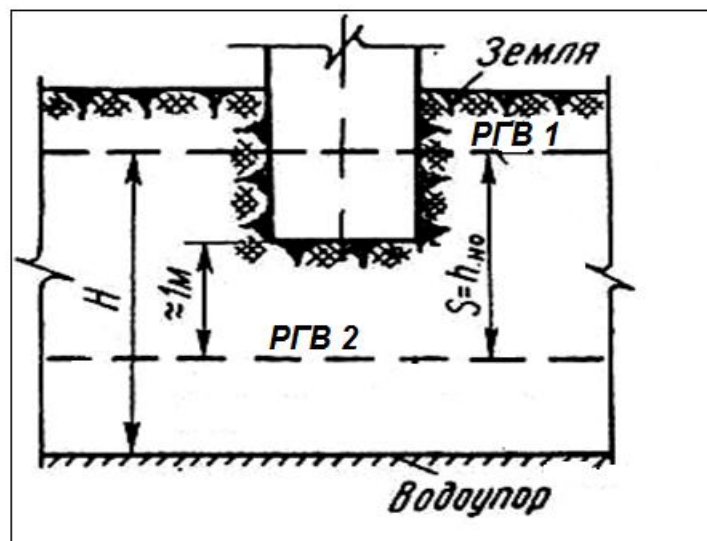


Рисунок 5.2 – Схема визначення глибини зниження рівня ґрунтових вод

$$S = h_{\text{дон}} - h_{\text{води}} + 0,5, \quad (5.1)$$

де $h_{\text{дон}}$ – допустима мінімальна глибина залягання ґрунтових вод, м, (приймають за табл. 5.1 у відповідності з заданими умовами експлуатації території, що забудовують); $h_{\text{води}}$ – мінімальна глибина появи води від поверхні землі, м (приймають за вихідними даними інженерних вишукувань).

Таблиця 5.1 – Допустима мінімальна глибина залягання рівня ґрунтових вод

Функціональне призначення території забудови	$h_{\text{дон}}, \text{ м}$
Овочесховища	4,5
Парки	1–1,5
Будівлі з підвалом	2,5–3
Будівлі без підвалу	1,5–2

5.2 Визначення середньої потужності водоносного горизонту

Для подальших розрахунків потрібно визначити середню потужність водоносного горизонту H за формулою:

$$H = \frac{\sum H_i}{n}, \quad (5.2)$$

де n – кількість свердловин; H_i – початкова висота рівня підземних вод над водоупором в i -тій свердловині, що розраховують так:

$$H_i = H_{\text{ск}} - h_{\text{води}} - h_{\text{гл}}, \quad (5.3)$$

де $H_{\text{ск}}$ – глибина свердловини; $h_{\text{води}}$ – глибина появи води від поверхні землі в i -тій свердловині, м; $h_{\text{гл}}$ – товщина глинистого шару ґрунту, м.

5.3 Визначення відстані між дренами-осушувачами

Відстань між дренами-осушувачами:

$$L = 2(H - S) \sqrt{\frac{K}{\rho}}, \quad (5.4)$$

де H – середня потужність водоносного горизонту, м; S – потрібне зниження рівня ґрунтових вод, м; K – коефіцієнт фільтрації, м/добу (визначають за табл. 5.2 відповідно з заданими ґрунтами); ρ – інтенсивність випадання атмосферних опадів, м/добу (шар інфільтрації) в певній місцевості (приймають за табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Значення параметрів k і ρ

Ґрунт	$tg \alpha$	$K, \text{ м/добу}$	$\rho, \text{ м/добу}$
Крупні піски	0,005	60	0,02
Середньозернисті піски	0,02	10	0,01
Дрібнозернисті піски	0,02	5	0,005
Супіски		0,8	0,001

5.4 Визначення питомих витрат (припливу) води до дрени

У розрахунку передбачається, що з обох боків на 1 м довжини дрени-осушувача надходить вода з прилеглої до неї території шириною смуги $\frac{L}{2} \cdot 2 = L$.

Питомі витрати (приплив) води на 1 м довжини дрени знаходимо за формулою:

$$q = \rho \cdot L, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (5.5)$$

де L – відстань між дренами-осушувачами, м.

При довжині дрени L_0 , визначеної за планом, витрати у дрени складають:

$$Q = q \cdot L_0, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (5.6)$$

Витрати в магістральних колекторах складуть:

$$\text{– у перерізі I:} \quad Q_1 = Q \cdot n, \quad (5.7)$$

$$\text{– у II перерізі (при необхідності):} \quad Q_2 = Q \cdot m, \quad (5.8)$$

де n – кількість дрен, що прилягають до колектора I перерізу; m – кількість дрен, що прилягають до колектора II перерізу.

Вибір ділянок I і II перерізу для колектора та розміщення дрени-осушувачів у плані проводять після побудови поверхні водоупору в ізолінях і визначення траси колектора.

Подальший розрахунок систематичного дренажу виконують повірочним методом, при якому попередньо задають мінімальні діаметри труб і значення ухилів дренажу, а потім розрахунком перевіряють прийнятність допущень.

Для розрахунку першого наближення приймають мінімальні значення діаметрів труб і ухилів:

– для дрени-осушувачів $d = 100$ мм, $i = 0,005$;

– колектора I перерізу $d = 200$ мм, $i = 0,003$;

– колектора II перерізу (при необхідності) $d = 300$ мм, $i = 0,002$.

5.5 Визначення пропускної здатності труби і швидкості течії води в трубах

Розрахункова швидкість води при повному заповненні труб визначають за формулою Шезі:

$$V = \frac{C}{2} \sqrt{di}, \text{ м/с}, \quad (5.9)$$

де d – діаметр труб, м; i – ухил дренажу.

Коефіцієнт C знаходять за формулою Базіна–Горбачова при повному заповненні труб:

$$C = \frac{70}{1 + \frac{2\gamma}{\sqrt{d}}}, \quad (5.10)$$

де γ – коефіцієнт шорсткості; d – діаметр труб, мм;

Коефіцієнт шорсткості для керамічних або азбестоцементних труб приймають рівним $\gamma = 0,014$.

Пропускна здатність дренажної труби:

$$Q_n = 33696 \cdot C \sqrt{d^5 i}, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (5.11)$$

Таким же чином визначають пропускну здатність труб колектора.

Далі обчислюють відношення розрахункових витрат труб (при неповному заповненні) до пропускну здатності труб при повному заповненні Q/Q_n .

Перехід від швидкості при повному заповненні труб до швидкості при неповному їх заповненні знаходять так:

$$V_I = V \cdot \eta, \quad (5.12)$$

де V_I – швидкість при неповному наповненні, м/с; η – перехідний коефіцієнт, визначений за графіком із співвідношення Q/Q_n (рис. 5.3).

Знайдені швидкості не повинні виходити за межі допустимих значень (від 0,15 до 1,2 м/с).

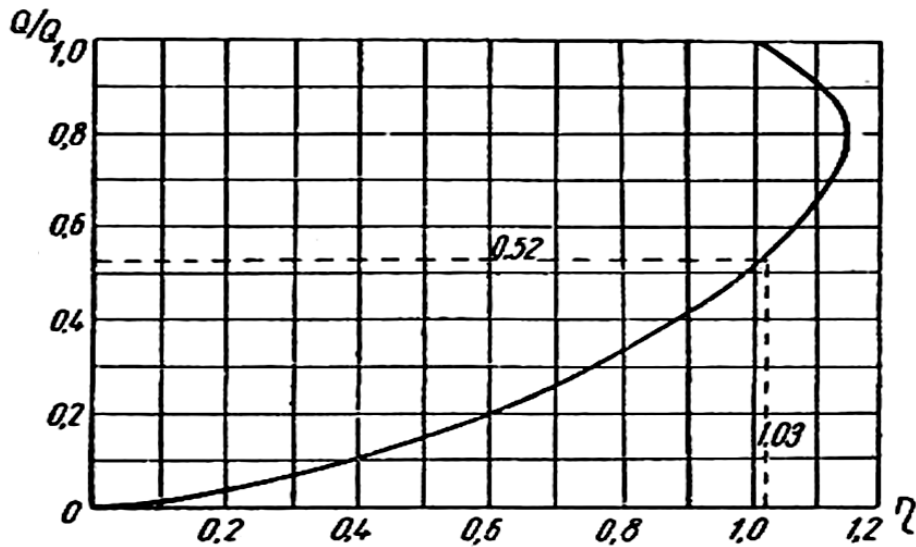


Рисунок 5.3 – Графік для визначення коефіцієнта η

Максимальну глибину заповнення дрен водою розраховують множенням прийнятих величин діаметрів дрен на співвідношення витрат:

$$h = d \cdot (Q/Q_n), \quad (5.13)$$

де Q – витрата води в трубі; Q_n – пропускну здатність труби.

Перевіркою пропускну здатності труб, допустимої швидкості течії в них води, при певному рівні заповнення, підтверджується правильність попередньо обраних параметрів дренажу.

Завдання 6. Розрахунок горизонтального систематичного дренажу недосконалого типу

При заляганні водоупору понад 5 м від поверхні землі проектують недосконалий систематичний дренаж.

Дренаж проектують за принципом перевірного розрахунку: перевіряють прийняті значення швидкостей і ухилів, діаметрів, пропускну здатність труб, ступінь заповнення труб і отримують ефект водозниження.

Приплив ґрунтових вод до дрени розраховують з урахуванням притоку із зони, розташованої вище глибини закладення дренажу і зони нижче закладення дренажу (рис. 6.1), тобто:

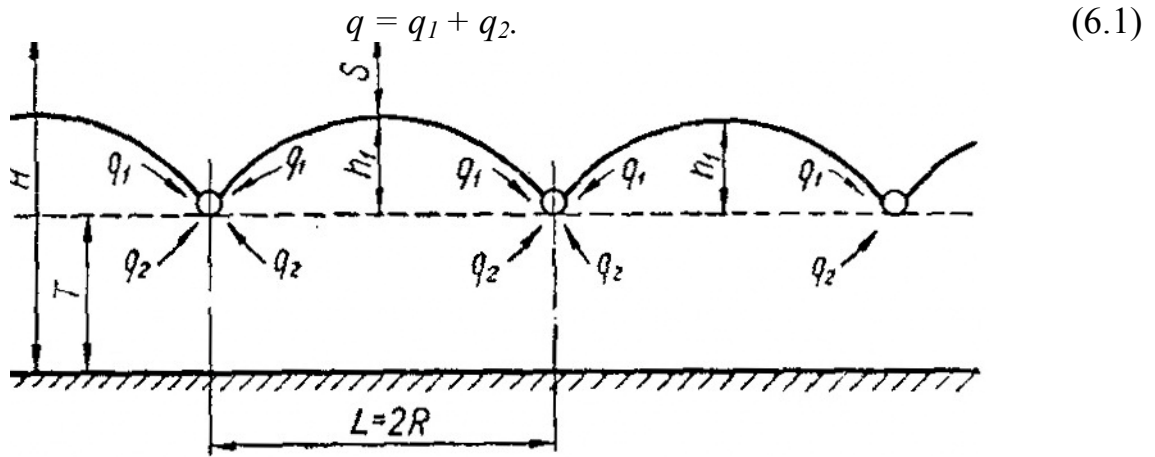


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема горизонтального недосконалого систематичного дренажу

Приплив на 1 м дрени складе:

$$q = K \frac{h_1^2}{2R} + 2K \frac{h_1}{Rn} Tm, \quad (6.2)$$

де K – коефіцієнт фільтрації, м/добу (визначають за табл. 5.2 у відповідності з заданими грунтами).

Величину h_1 (див. рис. 6.1), обчислюють так:

$$h_1 = H - T - S, \quad (6.3)$$

де H – середня потужність водоносного горизонту, визначають за формулою (5.2); T – відстань між дренами та водоупором, прийнята рівною 3 м; S – потрібне зниження рівня ґрунтових вод, розраховують за формулою (5.1); R – радіус впливу дренажу, що визначають за формулою:

$$R = \frac{h_1}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (6.4)$$

де $\operatorname{tg} \alpha$ – тангенс кута нахилу депресійної кривої (див. табл. 5.2).

Через те, що лінії струмів довше величини R , тоді для отримання середнього значення довжин струмів застосовують коефіцієнт $n = f(R/T)$, що приймають згідно таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Значення величини n

R/T	20	5	4	3	2	1
n	1,15	1,18	1,23	1,3	1,44	1,87

У зв'язку з тим, що лінії струмів охоплюють не всю площу ґрунту під дренами, вводять поправочний коефіцієнт $m = 0,75$.

Відстань між дренами недосконалого типу буде дорівнювати:

$$L = 2 \sqrt{K \frac{h_1^2}{\rho} + 2 \frac{Km}{\rho n} Th_1}, \quad (6.5)$$

де ρ – коефіцієнт інфільтрації, який приймають за максимальним значенням:

$$\rho = Ktg^2\alpha\left(1 + 2\frac{m}{nh_1}T\right), \quad (6.6)$$

При довжині дрени L_0 , визначеної за планом, витрати у дрени складуться:

$$Q = q \cdot L_0, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (6.7)$$

Далі проводять перевірочні розрахунки аналогічно розділу 5.

Завдання 7. Розрахунок вертикального дренажу досконалого типу

При глибокому заляганні водоупору і необхідності зниження рівня ґрунтових вод на глибину понад 5–6 м, коли спорудження горизонтального дренажу стає складним і дорогим, застосовують вертикальний дренаж досконалого чи недосконалого типу.

Розрахунок водозниження вертикальним дренажем досконалого типу (рис. 7.1) виконують в такій послідовності:

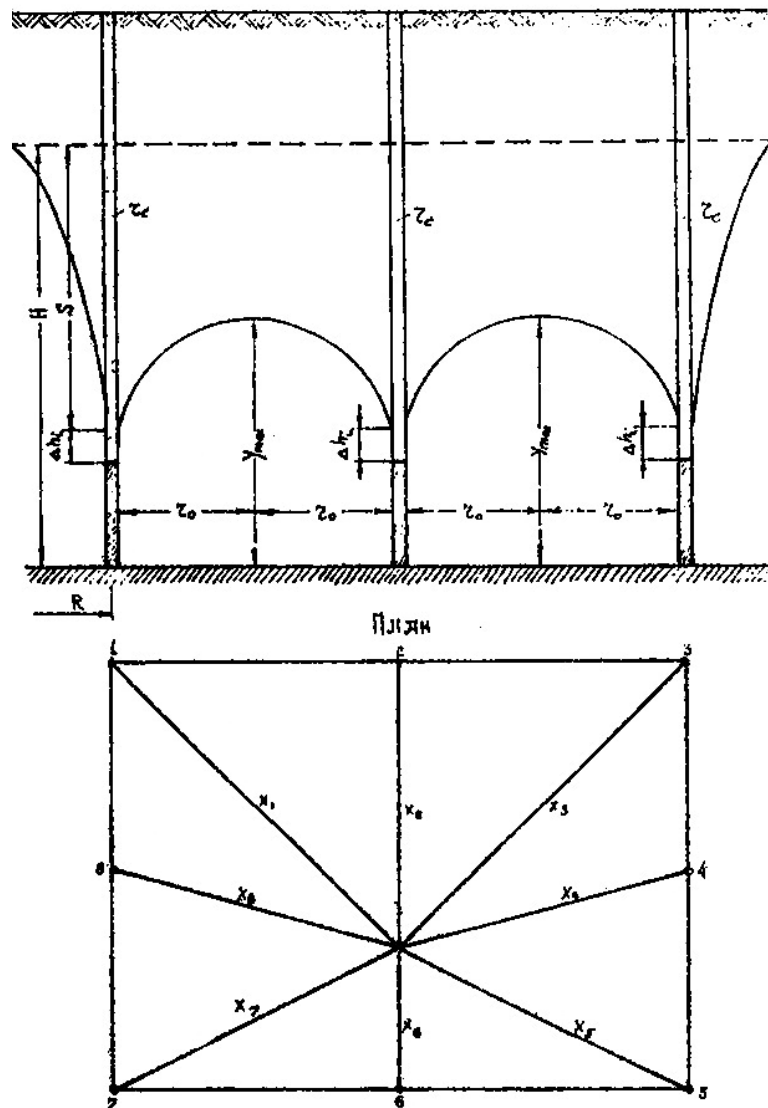


Рисунок 7.1 – Схема для розрахунку вертикального дренажу досконалого типу

1. Задаються числом шпар n і вершиною водозниження S .
2. Визначають дальність дії типової дренажної шпари за формулою:

$$R = 2S\sqrt{Hk}, \quad (7.1)$$

або:

$$R = 10S\sqrt{k}, \quad (7.2)$$

де R – дальність дії шпари, м; S – величина водозниження у шпарі, м; H – потужність водоносного шару, м; k – коефіцієнт фільтрації, м/добу.

3. Знаходять радіус «великого колодязя»:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (7.3)$$

де F – площа у межах контуру, м².

Для прямокутного контуру значення радіуса визначають за формулою:

$$r_0 = \frac{P}{2\pi}, \quad (7.4)$$

де P – довжина периметру прямокутного контуру, м.

4. Розраховують дебіт однієї шпари, м³/добу:

$$Q = \frac{\pi k (2H - S) S}{\ln \frac{R^n}{nr_0^{n-1} r_u}}, \quad (7.5)$$

або

$$Q' = \frac{\pi k r (H - S) S}{\ln R - \ln r_0}, \quad (7.6)$$

де r_u – радіус шпари, м.

5. Обчислюють максимальне водозниження для точки, що знаходиться в центрі ділянки, за формулою:

$$y_{max} = \sqrt{H^2 - \left[\frac{Qn \ln \left(\frac{R}{r_0} \right)}{\pi k} \right]}, \quad (7.7)$$

6. Якщо знайдене значення y_{max} значно менше чи більше потрібного (розбіг понад 10 %), виконують перерахунок при новому значенні кількості шпар n .

Приклад 3. Визначити кількість вертикальних дрен досконалого типу, необхідних для водозниження на площі 70х30 м при таких вихідних даних: висота зниженого водоносного горизонту над водоупором $y_{max} = 5$ м; потужність водоносного шару $H = 8$ м; величина водозниження в шпарі $S = 5$ м; коефіцієнт фільтрації $k = 6$ м/добу; радіус шпари $r_u = 0,05$ м.

Розв'язання.

Задача вирішується способом підбору.

1. Приймаємо попередню кількість вертикальних дрен шпар $n = 10$, залежно від відстані між шпарами 20 м для ділянки з периметром:

$$(30 \cdot 2) + (70 \cdot 2) = 200 \text{ м.}$$

2. Визначаємо дальність дії шпари:

$$R = 2 \cdot 5 \sqrt{6 \cdot 8} \cong 69 \text{ м.}$$

3. Знаходимо радіус «великого колодязя» за формулою:

$$r_0 = \frac{200}{3,14 \cdot 2} = 31,8 \text{ м.}$$

4. Знаходимо дебіт однієї шпари:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 6(2 \cdot 8 - 5)5}{\ln\left(\frac{69^{10}}{10(31,8)^2 0,05}\right)} = 87,1 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

5. Визначаємо найбільшу величину водозниження у центрі контуру:

$$y_{\max} = \sqrt{8^2 - \frac{10 \cdot 87,1}{3,14 \cdot 6} \ln \frac{69}{31,8}} = 5,3 \text{ м.}$$

Задана величина зниженого водоносного горизонту над водоупором $y_{\max} = 5$ м. Розбіжність незначна – приблизно 5 %, тому розрахунок може бути прийнятий.

Завдання 8. Розрахунок стійкості насипу на слабкій основі

У подібних умовах працюють дамби обвалування, дамби на переходах через водотоки, насипи земляного полотна. В такому випадку деформація насипу може відбутись за рахунок вижимання ґрунту з-під насипу в різні боки. Відповідно з дослідженнями Л. К. Юргенсока у всій товщі слабого ґрунту, що стискується, розвиток пластичних деформацій відбувається при питомому тиску:

$$p = \frac{CB}{2H}, \quad (8.1)$$

де p – максимальна ордината трикутної епюри тиску, рівновеликої трапецеїдальній епюрі тиску від насипу, $\text{кг}/\text{см}^2$; H – товщина шару слабого ґрунту, що деформується, м; B – ширина насипу по низові, м; C – коефіцієнт зчеплення ґрунту, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Ця формула справедлива при $H \leq B/4$.

Коефіцієнт стійкості підстилаючого ґрунту проти випирання визначають за формулою:

$$K = \frac{p}{q}, \quad (8.2)$$

де p – гранично допустимий тиск на слабкий ґрунт; q – питомий тиск насипу на слабкий ґрунт, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Якщо коефіцієнт стійкості менше 1, тоді можуть бути проведені такі заходи: відсипання насипу з більш легких матеріалів чи зменшення його висоти, якщо це можливо за умовами проектування; відсипання насипу на основу з накатника; вилучення частини слабого підстилаючого ґрунту.

Приклад 4. Висота насипу 8 м, ширина його по верху 10 м, закладення укосів 1:1,5. Підстилаючий ґрунт – шар водонасиченого мулистого ґрунту потужністю 3,5 м із зчепленням $C = 0,3 \text{ кг/см}^2$. Нижче розташована щільна глина. Кут внутрішнього тертя близький до нуля. Об’ємна вага ґрунту насипу $\gamma = 0,0017 \text{ кг/см}^3$.

Розв’язання.

1. Визначаємо площу перерізу насипу:

$$\omega = \frac{10 + (10 + 2 \cdot 1,5 \cdot 8)}{2} \cdot 8 = 176 \text{ м}^2.$$

2. Трикутник з основою і площею, рівними насипу, повинен мати висоту:

$$H = \frac{2 \cdot 176}{34} = 10,35 \text{ м.}$$

3. Гранично допустиме навантаження на підстилюючий ґрунт:

$$p = \frac{0,3 \cdot 3400}{2 \cdot 350} = 1,46 \text{ кг/см}^2.$$

4. Питомий тиск насипу складе (по осі насипу):

$$q = 10,35 \cdot 100 \cdot 0,0017 = 1,76 \text{ кг/см}^2.$$

5. Коефіцієнт стійкості підстилаючого ґрунту проти випирання:

$$K = \frac{1,46}{1,76} = 0,83.$$

Коефіцієнт стійкості насипу менше 1 м, тому буде вижимання з-під насипу слабкого ґрунту. Розглянемо варіанти забезпечення стійкості насипу.

Зменшення висоти насипу.

При коефіцієнті стійкості $K = 1,5$ тиск на підстилаючий ґрунт не повинен перевищувати величини:

$$p = \frac{1,46}{1,50} = 0,97 \text{ кг/см}^2.$$

Це відповідає вазі стовпа ґрунту висотою:

$$h = \frac{0,97}{0,0017} = 5,7 \text{ м.}$$

Ця висота є висотою трикутника рівновеликого трапецеїдального насипу і має з ним рівні основи. Зіставляємо рівняння для площ трикутника і насипу:

$$\frac{10 + 10 + 2 \cdot 1,5x}{2} x = \frac{5,7(10 + 2 \cdot 1,5x)}{2},$$

де x – висота насипу.

У результаті перетворення рівняння отримаємо квадратне рівняння $3x^2 + 2,9x - 57 = 0$, вирішуючи яке, одержуємо $x = 3,90 \text{ м}$.

Таким чином, для забезпечення стійкості насипу висота його має бути зменшена на 4,10 м, тобто більше ніж удвічі.

У випадку відсипання насипу на накатник граничне навантаження, що витримує основа, буде:

$$p = \frac{2CB}{H} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 1700}{350} = 2,9 \text{ кг/см}^2.$$

Коефіцієнт стійкості:

$$K = \frac{2,90}{1,73} = 1,68 \approx 1,50 \text{ кг/см}^2.$$

Визначаємо, наскільки має бути зменшена товщина шару слабого ґрунту, щоб коефіцієнт стійкості був 1,50.

Граничне навантаження, що витримує основний шар ґрунту, має бути:

$$p = 1,5(p_i + 0,0017h_i) = 1,5(1,76 + 0,0017h_i),$$

де h_i – товщина шару насипу, що буде відсипаний для компенсації вилученого шару мулистого ґрунту за умови збереження постійності робочої позначки насипу.

Звідси:

$$p = \frac{CB}{H} \quad H_i = H - h_i = 350 - h_i,$$

де H – товщина шару ґрунту, м; H_i – товщина шару слабого ґрунту, що залишається під насипом.

Прирівнюючи значення

$$1,5(1,76 + 0,0017h_i) = \frac{CB}{H}$$

і перетворюючи, одержуємо рівняння $0,17h_i^2 + 116,5h_i - 27600 = 0$.

Вирішуючи це рівняння, отримаємо $h_i = 1,86$ м.

Таким чином, необхідно вилучити не набагато більше половини товщини шару слабого ґрунту.

РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Теми практичних занять	Обсяг у годинах	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Гідравлічний розрахунок водовідвідної каналу	1	0,5
2	Розрахунок швидкостоків	1	0,5
3	Розрахунок водопропускних труб	2	1
4	Проектування дамб обвалування	5	3
5	Розрахунок горизонтального систематичного дренажу досконалого типу	2	2
6	Розрахунок горизонтального систематичного дренажу недосконалого типу	2	2
7	Розрахунок вертикального дренажу досконалого типу	2	0,5
8	Розрахунок стійкості насипу на слабкій основі	2	0,5
Всього		17	10

РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Теми самостійної роботи	Обсяг у годинах	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Містобудівельна оцінка територій	4	13
2	Системи водовідводу в містах	10	14
3	Методи захисту територій від затоплення та їх проектування	10	14
4	Особливості застосування і типи міських дренажів	10	14
5	Інженерна підготовка територій, складених просадковими ґрунтами	10	14
6	Рекультивация порушених територій для містобудування	11	14
7	Інженерна підготовка територій з гірничими виробками	11	14
8	Виконання розрахунково-графічної роботи	18	18
Всього		84	115

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ДБН 360-92**. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – Київ, 1992. – 107 с.
2. ДБН В.1.1-5-2000. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 66 с.
3. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.– 103 с.
4. 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. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 51 с.
5. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць : навч. посіб. / І. Е Линник. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 337 с.
6. Клиорина Г. И. Инженерная подготовка городских территорий / Г. И. Клиорина, В. А. Осин, М. С. Шумилов. – Москва : Высш. шк., 1984. – 271 с.
7. Гайко Ю. И. Проектирование технологии земляных работ при застройке рекультивируемых территорий : уч. пос. / Ю. И. Гайко, В. П. Воронин. – Киев : Учебно-методический кабинет высшего образования, 1992. – 112 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Вихідні дані для проектування дамб обвалування

Вихідні дані	Варіанти											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Швидкість вітру W , м/с	16	16,3	16,7	17	17,3	17,6	18	18,3	18,6	19	19,3	19,6
Довжина вітрового розгону D , км	2	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5
Радіус кривої сповзання скосу R , м	30	30,3	30,6	30,8	31	31,3	31,6	31,8	32	32,3	32,6	33
Середня глибина водойми H , м	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2
Розрахункова позначка води у водоймі, м	70,5	71	71,5	72	72,5	73	73,5	74	74,5	75	75,5	76
Величина вітрового нагону Δh , м	0,3	0,33	0,36	0,38	0,4	0,43	0,46	0,5	0,52	0,55	0,57	0,6
Клас дамби	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Тип укріплення верхнього укосу	накид з брукового каменю					накид з рваного каменю				бруківка (кам'яна кладка)		
Тип ґрунту дамби	суглинок					лес				супісь		

Продовження таблиці А.1

Вихідні дані	Варіанти										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Швидкість вітру W , м/с	20	20,2	20,2	20,4	20,6	20,7	20,9	21	21,2	21,4	21,6
Довжина вітрового розгону D , км	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6	6,5
Радіус кривої сповзання скосу R , м	33,3	33,6	33,8	34	34,3	34,6	35	35,3	35,6	36	36,5
Середня глибина водойми H , м	6,4	7	7,3	7,5	7,6	7,8	8	8,3	8,6	9	9,6
Розрахункова позначка води у водоймі, м	76,5	77	77,5	78	78,5	79	79,5	80	80,5	81	81,5
Величина вітрового нагону Δh , м	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7	0,73	0,76	0,8	0,83	0,87	0,9
Клас дамби	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Тип укріплення верхнього укосу	накид з масивів			бетонне			асфальтобетонне		бруківка (кам'яна кладка)		
Тип ґрунта дамби	суглинок			пісок середньозернистий			пісок мілкозернистий		лес		

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Вихідні дані для проектування дренажних систем

№ свердловини	Глибина свердловини, м	Глибина появи води від поверхні землі, м	Товщина шару ґрунту, м			
			рослинний шар	суглинок	основний ґрунт	глина

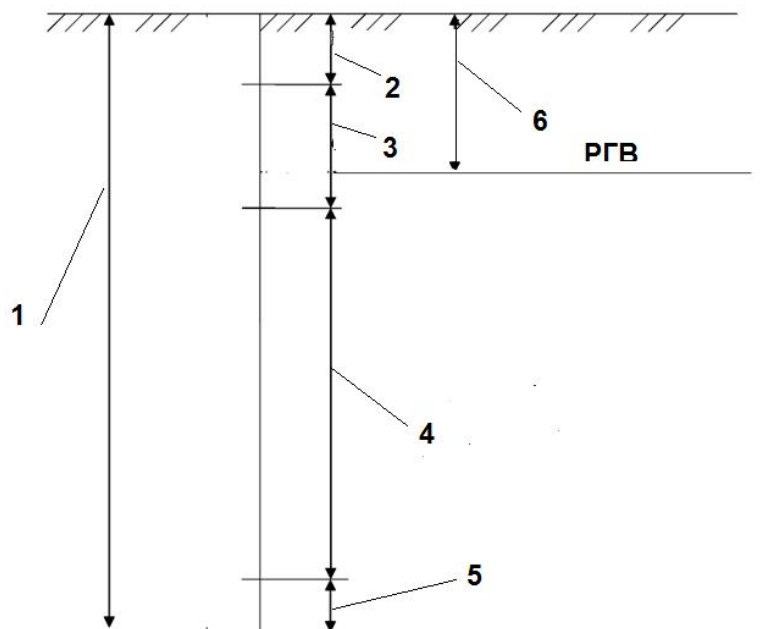


Рисунок Б.1 – Переріз по свердловині:

1 – глибина свердловини; 2 – рослинний шар; 3 – суглинок; 4 – основний вид ґрунту;
5 – глина; 6 – глибина появи води; РГВ – рівень ґрунтових вод

Таблиця Б.2 – Вихідні дані для проектування дренажних систем за варіантами

Параметри майданчика		Варіанти													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Розмір		500×400		500×350			400×400			400×350			500×300		
Основний вид ґрунту		Крупний пісок		Пісок середньозернистий			Пісок дрібнозернистий			Супісок			Пісок середньозернистий		
Призначення		Овочесховище					Парк			Житлові будівлі з підвалами					
Глибина свердловини, м	1-а	6,11	5,85	6,58	6,01	5,58	4,11	3,77	3,58	4,12	4,58	4,11	3,72	4,58	4,01
	1-г	6,58	5,98	6,65	6,32	5,72	4,58	4,21	3,71	4,59	4,71	4,58	4,19	4,72	4,32
	1-ж	6,65	5,78	6,83	6,65	5,83	4,65	4,76	3,83	4,62	4,83	4,63	4,70	4,82	4,65
	1-к	6,91	6,03	7,03	6,69	6,03	-	-	-	-	-	-	5,01	5,02	4,69
	3-а	7,01	6,38	6,22	6,52	5,22	4,01	3,56	3,22	4,02	4,22	4,02	4,82	4,21	4,52
	3-г	7,05	6,59	6,99	6,83	5,99	5,05	4,12	3,99	5,07	4,99	5,01	4,95	4,89	4,83
	3-ж	7,22	6,72	7,10	7,13	6,13	5,22	4,54	4,12	5,32	5,12	5,21	5,01	5,10	5,13
	3-к	7,27	6,95	7,35	7,22	6,65	-	-	-	-	-	-	5,12	5,64	5,22
	5-а	7,52	6,69	7,12	7,10	6,35	5,52	4,92	4,35	5,53	5,35	5,53	4,93	5,34	5,10
	5-г	8,40	7,83	8,33	7,95	7,52	6,40	5,12	5,52	6,42	6,52	6,35	5,12	6,51	5,95
	5-ж	8,22	7,62	8,01	8,13	7,11	6,22	5,38	5,11	6,25	6,11	6,21	5,38	6,10	6,13
	5-к	8,24	7,33	8,31	8,22	7,33	-	-	-	-	-	-	5,22	6,31	6,22
	7-а	7,41	6,9	6,21	7,13	6,38	5,41	4,52	4,58	5,40	5,38	5,40	4,52	5,38	5,13
	7-г	7,34	6,58	6,01	6,55	6,08	5,34	4,31	4,08	5,35	5,10	5,28	4,31	5,08	4,55
	7-ж	7,33	6,56	6,13	6,33	6,13	5,33	4,12	4,13	5,35	5,22	5,21	4,12	5,13	4,33
	7-к	8,04	7,85	7,93	6,94	7,23	-	-	-	-	-	-	5,01	6,23	4,94
9-а	7,21	7,03	-	-	-	5,21	4,04	4,10	-	-	-	-	-	-	
9-г	7,24	6,98	-	-	-	5,24	4,82	4,15	-	-	-	-	-	-	
9-ж	6,80	6,03	-	-	-	4,80	3,77	3,63	-	-	-	-	-	-	
9-к	7,69	7,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продовження таблиці Б.2

Параметри майданчика		Варіанти											
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Розмір		400×300			400×350				450×300			500×400	
Основний вид ґрунту		Пісок дрібнозернистий			Супісок				Пісок середньозернистий			Крупний пісок	
Призначення		Житловий мікрорайон. Будівлі без підвалів							Парки				
Глибина свердловини, м	1-а	3.75	3.11	3.58	3.72	3.14	3.10	3.58	4.10	3.70	6.39	6.01	
	1-г	4,21	3,58	3,70	4,19	3,48	3,48	3,70	4,22	4,12	4,67	4,22	
	1-ж	4,76	3,65	3,82	4,65	3,55	3,64	3,81	4,55	4,65	4,93	4,55	
	1-к	-	-	-	-	-	-	-	4,59	4,80	5,21	4,59	
	3-а	3,56	3,01	3,21	4,70	3,01	3,03	3,20	4,42	4,70	4,32	4,42	
	3-г	4,11	4,05	3,86	4,86	4,03	4,01	3,82	4,63	4,86	4,86	4,73	
	3-ж	4,52	4,22	4,12	5,02	4,15	4,20	4,11	5,01	5,01	5,25	5,03	
	3-к	-	-	-	-	-	-	-	5,20	5,21	5,40	5,12	
	5-а	4,88	4,52	4,33	4,72	4,32	4,42	4,32	5,11	4,70	5,20	5,01	
	5-г	5,12	5,40	5,32	5,10	5,30	5,35	5,28	5,94	5,13	6,21	5,85	
	5-ж	5,38	5,22	5,10	5,25	5,21	5,21	5,11	6,12	5,23	6,02	6,13	
	5-к	-	-	-	-	-	-	-	6,19	5,75	6,21	6,22	
	7-а	4,52	4,41	4,52	4,38	4,31	4,40	4,48	5,10	4,36	4,41	5,10	
	7-г	4,31	4,33	4,13	4,25	4,28	4,28	4,12	4,35	4,25	4,38	4,45	
	7-ж	4,12	4,25	4,19	4,08	4,13	4,15	4,20	4,26	4,11	4,34	4,32	
	7-к	-	-	-	-	-	-	-	5,13	4,88	5,89	4,83	
	9-а	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,90	5,02	
	9-г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,83	4,89	
9-ж	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,33	4,02		
9-к	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,42	5,12		

Продовження таблиці Б.2

Параметри майданчика		Варіанти													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Глибина появи води від поверхні землі, м	1-а	0,65	0,56	0,45	0,53	0,56	0,55	0,51	0,48	0,35	0,23	0,52	0,81	0,54	0,64
	1-г	0,54	0,48	0,38	0,45	0,48	0,44	0,41	0,45	0,55	0,85	0,43	0,23	0,43	0,55
	1-ж	0,80	0,83	0,79	0,80	0,83	0,70	0,65	0,72	0,52	0,32	0,78	0,65	0,79	0,70
	1-к	1,33	1,32	1,30	1,32	1,30	-	-	-	-	-	-	1,12	1,22	1,32
	3-а	0,25	0,21	0,23	0,21	0,20	0,15	1,18	0,23	0,32	0,86	1,23	1,43	0,24	0,16
	3-г	1,45	1,35	1,25	1,44	1,30	1,35	1,25	1,35	1,82	1,15	1,34	0,68	1,34	1,36
	3-ж	1,34	1,28	1,13	1,33	1,25	1,29	1,24	1,28	0,95	1,52	1,25	0,93	1,23	1,19
	3-к	0,86	0,77	0,84	0,87	0,73	-	-	-	-	-	-	0,72	0,86	0,89
	5-а	1,18	1,10	1,15	1,17	1,10	1,06	0,98	1,20	1,21	1,32	1,16	0,33	1,16	1,18
	5-г	0,82	0,76	0,82	0,83	0,76	0,69	0,65	0,42	0,13	0,68	0,73	0,95	0,83	0,81
	5-ж	1,01	1,03	1,01	1,02	1,08	1,01	0,95	0,89	0,46	0,26	1,05	1,32	1,03	1,05
	5-к	0,66	0,56	0,63	0,65	0,55	-	-	-	-	-	-	0,82	0,66	0,63
	7-а	0,29	0,32	0,32	0,29	0,32	0,19	1,03	1,23	1,52	0,95	0,38	0,60	0,28	0,25
	7-г	0,59	0,44	0,42	0,58	0,59	0,46	0,38	0,86	1,11	1,02	0,93	0,76	0,58	0,56
	7-ж	0,63	0,58	0,55	0,59	0,63	0,55	0,44	0,72	1,03	0,96	0,82	0,58	0,79	0,62
	7-к	1,23	1,13	1,12	1,13	1,21	-	-	-	-	-	-	1,32	1,15	1,22
9-а	0,55	0,34	-	-	-	0,53	0,49	0,56	-	-	-	-	-	-	
9-г	0,45	0,32	-	-	-	0,45	0,38	0,49	-	-	-	-	-	-	
9-ж	0,35	0,28	-	-	-	0,23	0,13	0,38	-	-	-	-	-	-	
9-к	0,60	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продовження таблиці Б.2

Параметри майданчика		Варіанти										
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Глибина появи води від поверхні землі, м	1-а	0,57	0,45	0,34	0,81	0,48	0,53	0,35	0,28	0,53	0,45	0,52
	1-г	0,40	0,38	0,56	0,23	0,45	0,45	0,55	0,41	0,48	0,38	0,43
	1-ж	0,64	0,79	0,58	0,65	0,72	0,80	0,48	0,65	0,80	0,78	0,80
	1-к	-	-	-	-	-	-	-	1,30	0,24	1,20	1,22
	3-а	0,17	0,46	0,31	1,43	0,23	0,24	0,32	1,25	1,44	0,24	0,38
	3-г	0,35	1,24	1,62	0,68	1,25	1,24	1,82	1,14	1,33	1,25	1,44
	3-ж	1,23	1,13	0,45	0,93	1,28	1,33	0,45	0,73	0,87	1,13	1,32
	3-к	-	-	-	-	-	-	-	0,98	1,17	0,83	0,87
	5-а	0,89	1,16	1,20	0,33	1,30	1,16	1,21	0,65	0,83	1,15	1,17
	5-г	0,64	0,82	0,14	0,95	0,41	0,86	0,14	0,95	1,02	0,82	0,79
	5-ж	0,85	1,01	0,36	1,32	0,86	1,02	0,46	0,34	0,65	1,01	1,13
	5-к	-	-	-	-	-	-	-	1,03	0,29	0,63	0,55
	7-а	1,03	0,32	1,42	0,60	1,23	0,32	1,52	0,38	0,58	0,32	0,26
	7-г	0,38	0,42	1,10	0,76	0,86	0,22	1,02	0,44	0,59	0,42	0,86
	7-ж	0,14	0,55	1,02	0,58	0,72	0,65	0,98	1,20	1,12	0,55	0,72
	7-к	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,12	0,95
	9-а	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,34
9-г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,69	
9-ж	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,52	
9-к	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	0,96	

Продовження таблиці Б.2

Параметри майданчика		Варіанти													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Товщина глинистого шару ґрунту, м	1-а	0,45	0,35	0,20	0,19	0,35	0,24	0,15	0,14	0,25	0,20	0,18	0,10	0,32	0,18
	1-г	0,40	0,39	0,26	0,29	0,30	0,19	0,18	0,20	0,22	0,25	0,15	0,15	0,30	0,14
	1-ж	0,23	0,30	0,43	0,18	0,22	0,23	0,25	0,15	0,24	0,42	0,25	0,22	0,25	0,21
	1-к	0,50	0,45	0,16	0,32	0,40	-	-	-	-	-	-	0,16	0,24	0,25
	3-а	0,30	0,25	0,15	0,24	0,12	0,24	0,15	0,23	0,23	0,33	0,10	0,12	0,15	0,14
	3-г	0,42	0,36	0,26	0,28	0,26	0,23	0,12	0,32	0,21	0,24	0,12	0,20	0,17	0,13
	3-ж	0,32	0,21	0,13	0,22	0,25	0,32	0,28	0,18	0,20	0,18	0,28	0,16	0,13	0,12
	3-к	0,39	0,19	0,10	0,18	0,34	-	-	-	-	-	-	0,19	0,14	0,20
	5-а	0,22	0,32	0,32	0,16	0,15	0,16	0,14	0,15	0,30	0,16	0,13	0,22	0,28	0,21
	5-г	0,16	0,19	0,19	0,23	0,14	0,15	0,13	0,12	0,13	0,15	0,11	0,32	0,12	0,33
	5-ж	0,10	0,25	0,25	0,13	0,16	0,13	0,15	0,13	0,12	0,14	0,12	0,24	0,15	0,38
	5-к	0,15	0,34	0,34	0,15	0,15	-	-	-	-	-	-	0,33	0,34	0,25
	7-а	0,32	0,18	0,18	0,25	0,21	0,22	0,19	0,14	0,13	0,21	0,22	0,20	0,20	0,22
	7-г	0,15	0,42	0,42	0,14	0,27	0,13	0,24	0,18	0,16	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
	7-ж	0,14	0,17	0,16	0,35	0,36	0,16	0,25	0,13	0,15	0,18	0,18	0,10	0,22	0,24
	7-к	0,19	0,23	0,18	0,20	0,19	-	-	-	-	-	-	0,15	0,26	0,16
9-а	0,38	0,33	-	-	-	0,18	0,30	0,10	-	-	-	-	-	-	
9-г	0,20	0,36	-	-	-	0,35	0,32	0,15	-	-	-	-	-	-	
9-ж	0,16	0,20	-	-	-	0,23	0,13	0,38	-	-	-	-	-	-	
9-к	0,14	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Закінчення таблиці Б.2

Параметри майданчика		Варіанти										
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Товщина глинистого шару грунту, м	1-а	0,36	0,22	0,20	0,15	0,35	0,18	0,15	0,32	0,14	0,35	0,18
	1-г	0,30	0,19	0,16	0,10	0,18	0,14	0,18	0,30	0,22	0,15	0,15
	1-ж	0,19	0,23	0,15	0,13	0,16	0,21	0,25	0,25	0,26	0,36	0,25
	1-к	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,27	0,27	0,33
	3-а	0,15	0,25	0,18	0,24	0,13	0,14	0,15	0,24	0,33	0,33	0,10
	3-г	0,22	0,20	0,15	0,14	0,22	0,15	0,12	0,19	0,36	0,21	0,12
	3-ж	0,26	0,32	0,20	0,13	0,16	0,12	0,28	0,25	0,20	0,18	0,28
	3-к	-	-	-	-	-	-	-	0,42	0,36	0,14	0,22
	5-а	0,14	0,21	0,22	0,16	0,15	0,18	0,14	0,15	0,30	0,20	0,13
	5-г	0,13	0,19	0,34	0,12	0,34	0,24	0,13	0,26	0,27	0,15	0,11
	5-ж	0,15	0,18	0,25	0,18	0,35	0,33	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12
	5-к	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,21	0,37	0,15
	7-а	0,16	0,12	0,18	0,15	0,25	0,10	0,19	0,16	0,13	0,21	0,22
	7-г	0,20	0,14	0,22	0,20	0,22	0,25	0,24	0,18	0,24	0,14	0,15
	7-ж	0,18	0,17	0,30	0,14	0,13	0,20	0,25	0,23	0,15	0,18	0,18
	7-к	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,27
9-а	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,40	
9-г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,12	
9-ж	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,15	
9-к	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,22	

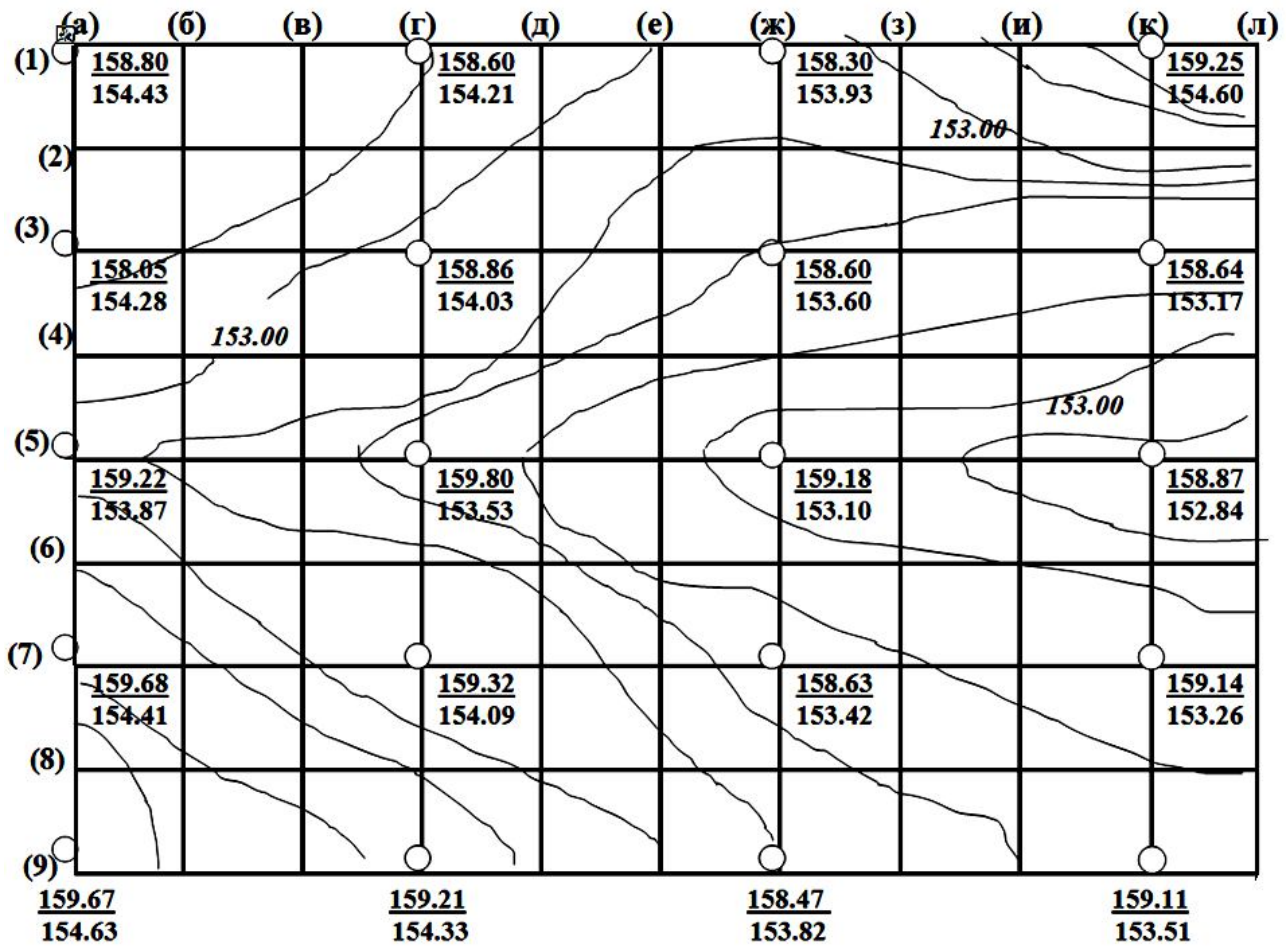


Рисунок Б.2 – План майданчика в ізогіпсах (приклад)

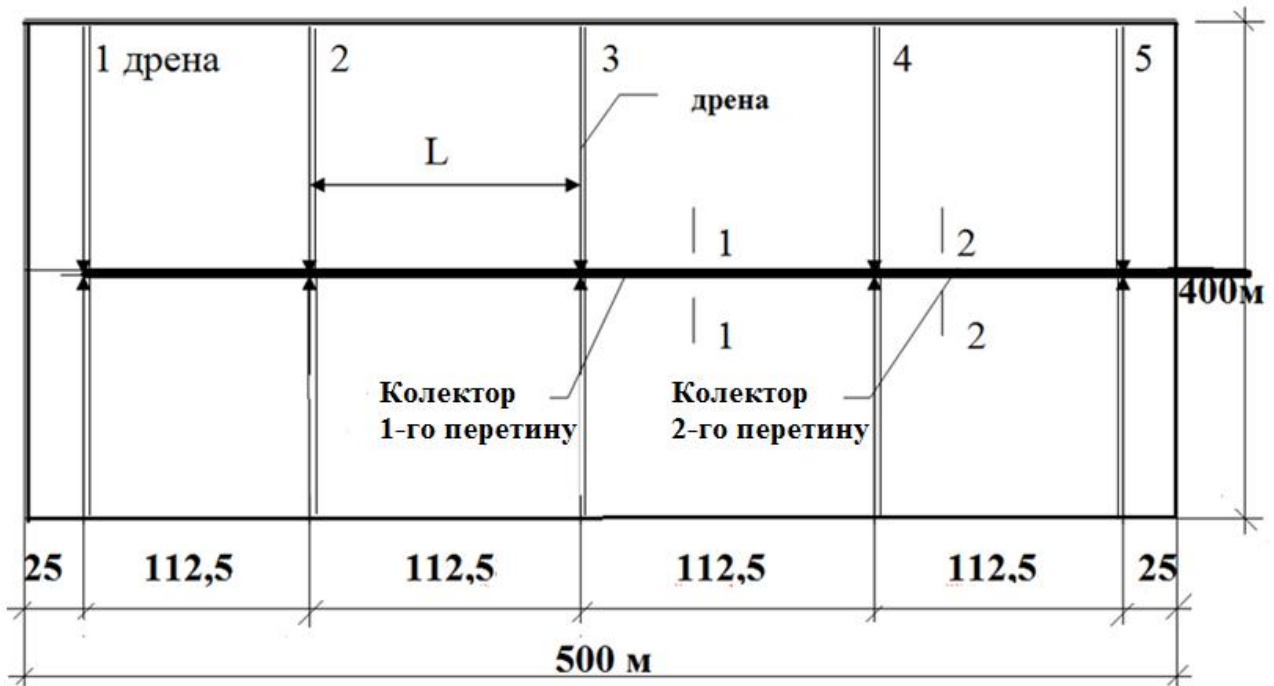


Рисунок Б.3 – Схема дрен на плані (приклад)

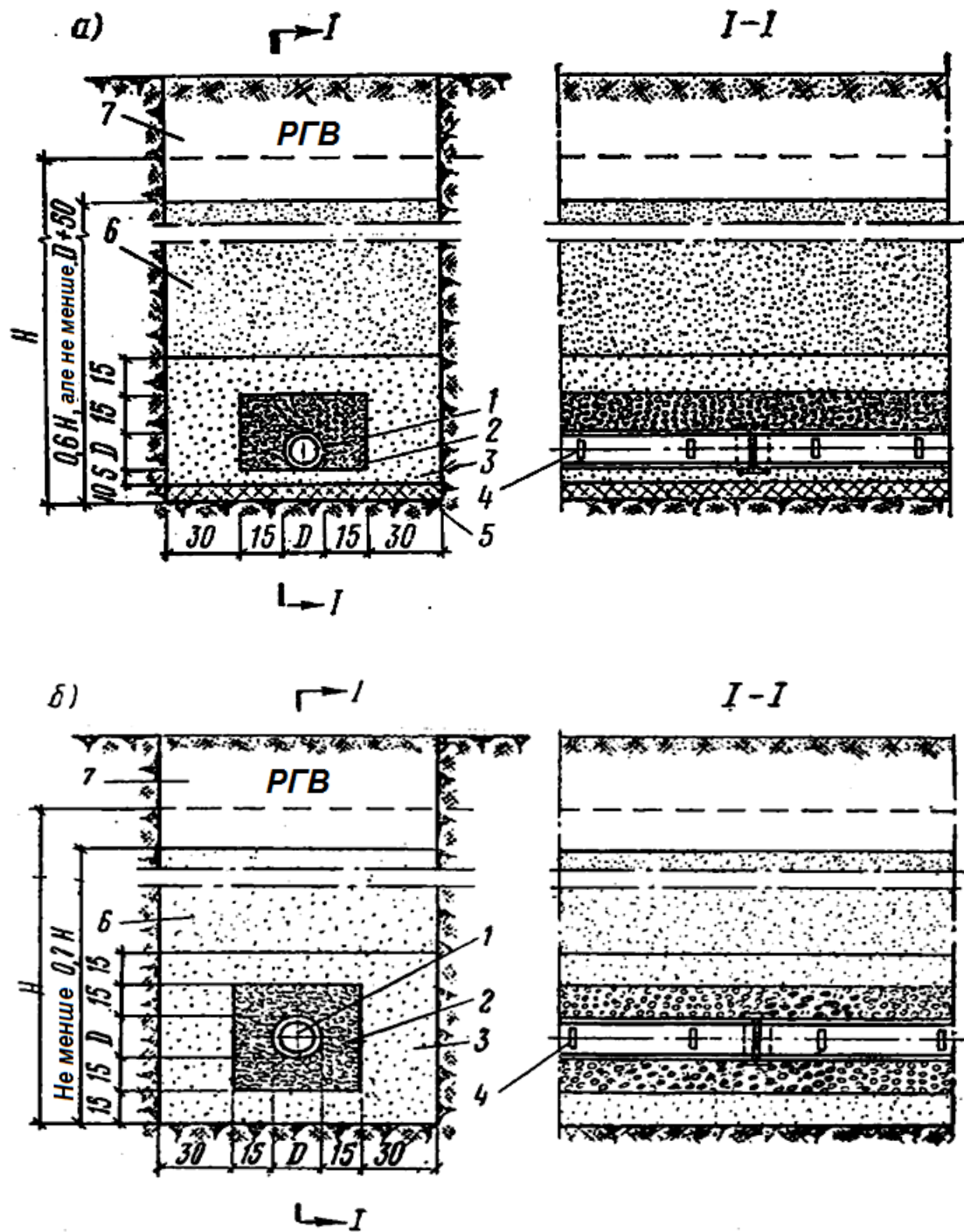


Рисунок Б.4 – Приклад конструкції дренажу:

а) – досконалого типу; б) – недосконалого типу;

1 – дренажна труба; 2 – гравійне обсіпання; 3 – шар річкового піску;

4 – отвір у дренажній трубі; 5 – втрамбований у ґрунт щебінь;

6 – засипка піском; 7 – засипка місцевим ґрунтом

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації для виконання
розрахунково-графічної роботи, практичних занять
і самостійної роботи з навчальної дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА В СКЛАДНИХ
МІСТОБУДІВНИХ УМОВАХ»**

*(для студентів магістерської програми денної, заочної форм навчання
та слухачів другої вищої освіти
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Укладачі: **ЛИННИК** Ірина Едуардівна, **ГАЙКО** Юрій Іванович

Відповідальний за випуск *В. Т. Семенов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. Е. Линник*

План 2016, поз. 41 М

Підп. до друку 08.06.2016

Друк на ризографі

Зам. №

Формат 60 x 84/16

Ум. друк. арк. 2,0

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,

вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.