

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

**І. Е. Линник, Ю. І. Гайко**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з 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**

**Линник І. Е.** Конспект лекцій з 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) / І. Е. Линник, Ю. І. Гайко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 39 с.

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

Рецензент канд. техн. наук, доц. Т. В. Жидкова

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

## ВСТУП

**Мета** – вивчення сучасних інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення придатності територій для містобудування та їх захист від несприятливих природних явищ, а також оволодіння практичними прийомами їх проектування.

Основними **завданнями**, що будуть вирішені у процесі викладання дисципліни є теоретична і практична підготовка магістра з наступних питань:

- засвоєння методів захисту міських територій від дії води;
- засвоєння методів захисту міських територій від затоплення;
- засвоєння методів захисту міських територій від підтоплення;
- засвоєння методів будівництва на територіях, складених просадковими ґрунтами;
- засвоєння інженерних заходів з рекультивації порушених територій;
- засвоєння інженерних заходів з освоєння територій з гірничими виробками.

**Предмет** вивчення у дисципліні є комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення придатності територій для містобудування та їх захист від несприятливих природних явищ.

## РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ЛЕКЦІЯМИ

Зміст	Обсяг у годинах	
	Денне навчання	Заочне навчання
<b><i>ЗМ 1 Захист міських територій від дії води</i></b>	<b>20</b>	<b>10</b>
Тема 1 Містобудівельна оцінка територій	2	0,5
Тема 2 Системи водовідводу в містах	6	1,5
Тема 3 Методи захисту територій від затоплення	6	2
Тема 4 Особливості застосування і типи міських дренажів	6	2
<b><i>ЗМ 2 Інженерна підготовка територій, розташованих у важких інженерно-геологічних умовах</i></b>	<b>14</b>	<b>6</b>
Тема 5 Інженерна підготовка територій, складених просадковими ґрунтами	4	1
Тема 6 Рекультивація порушених територій для містобудування	8	2
Тема 7 Інженерна підготовка територій з гірничими виробками	2	1
<b>Всього</b>	<b>34</b>	<b>4</b>

# ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

## ЗАХИСТ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ДІЇ ВОДИ

### ТЕМА 1 МІСТОБУДІВЕЛЬНА ОЦІНКА ТЕРИТОРІЙ

#### 1.1 Природні умови

До *природних умов*, що повторюються на безлічі територій і мають найбільш істотне значення у містобудівництві, відносять:

- а) кліматичні;
- б) геоморфологічні;
- в) атмосферні (поверхневі) води;
- г) гідрогеологічні;
- д) гідрологічні;
- е) геологічні.

До *фізико-геологічних процесів* відносять:

- а) затоплення міських територій атмосферними водами і паводками рік;
- б) підтоплення міських територій підземними водами;
- в) яроутворення і розвиток ярів;
- г) зсуви, обвали, осипи (переважно на крутих берегах рік морів і в гірських умовах);
- д) карсти й осідання;
- е) селеві потоки;
- ж) сніжні лавини;
- з) сейсмічні явища.

Природні умови і процеси впливають на функціональне зонування території, вибір поверховості забудови, трасування мережі вулиць, організацію транспортних зв'язків, розміщення зелених насаджень та інші містобудівельні завдання.

#### 1.2 Інженерна і містобудівна оцінка територій

Містобудівна оцінка є основою для визначення обов'язкових заходів щодо інженерної підготовки в даних умовах.

**На планах виділяють:**

- ділянки затоплення;
- території з рівнем ґрунтових вод (РГВ) на 1–2 м від поверхні землі;
- території з РГВ на 2–5 м від поверхні землі;
- напрямки поверхневого стоку з визначенням ухилів;
- вододіли і тальвеги;
- лінію берегового руйнування;
- розміщення геологічних профілів;
- території з ярами;
- території з карстами;

– заболочені території.

**Територія населеного місця повинна задовольняти наступним основним умовам:**

- 1) рельєф території має відповідати вимогам забудови, нормального водовідводу та організації міського транспорту;
- 2) територія не повинна бути заболоченою чи затоплюваною паводковими водами;
- 3) за своєю несучою спроможністю ґрунти мають відповідати наміченому типу забудови;
- 4) територія житлових кварталів повинна бути розташована з навітряного боку щодо джерел забруднення повітря, а при наявності ріки – вище стосовно підприємств, що викликають забруднення водоймищ;
- 5) територія повинна мати розміри, що забезпечують можливість перспективного розвитку населеного місця;
- 6) територія має бути забезпечена гарними джерелами водопостачання і місцями для скидання стічних вод;
- 7) територія має бути забезпечена зовнішніми автомобільними дорогами чи залізницями (у випадку їх відсутності давати можливість побудови їх без особливих труднощів);
- 8) на території, яку відводять під забудову, не повинно бути корисних копалин, що мають промислове значення.

**За витратами на інженерну підготовку** території поділяють на три категорії:

- 1) придатні для капітального будівництва (витрати на інженерну підготовку складають менше 1,5 % від загальної вартості будівництва);
- 2) умовно придатні (витрати на інженерну підготовку складають від 1,5 до 3 % від загальної вартості будівництва);
- 3) непридатні за інженерно-геологічними і санітарно-гігієнічними умовами, усунення яких склало б більше 3 % від загальної вартості будівництва.

**Залежно від ґрунтів** території за придатністю також поділяють на три категорії:

- 1) придатні, що допускають зведення будинків і споруд без виконання штучних основ, що відповідає ґрунтам з нормативним тиском не нижче 1,5 кг/см<sup>2</sup>;
- 2) обмежено придатні, із слабкими ґрунтами, на яких при спорудженні багатоповерхових будинків необхідно виконувати фундаменти посиленого типу і проводити заходи, що роблять будівництво дорожчим на 5–8 %;
- 3) непридатні, слабкі ґрунти потужністю більше 2 м і просадні ґрунти 2-го типу, що вимагають особливо складних основ і фундаментів.

**Класифікація територій за рельєфом:**

- 1) придатні (що мають ухили: для житлового будівництва – від 5 до 100 ‰; для промислового будівництва – від 3 до 30 ‰);
- 2) обмежено придатні (що мають ухили: для житлового будівництва – менше 5 ‰ і до 200 ‰; для промислового будівництва – менше 3 ‰ і до 50 ‰);

3) непридатні (що мають ухили: для житлового будівництва – більше 200 ‰; для промислового будівництва – більше 50 ‰ і безухильні).

***Залежно від наявності ярів:***

1) придатні – є пологі яри, що не розвиваються, глибиною менше 3 м.

2) обмежено придатні – є круті яри, що не розвиваються чи слабо розвиваються, глибиною від 3 до 10 м;

3) непридатні – на території є круті яри, що розвиваються чи стабілізувались, глибиною більше 10 м.

***За наявністю заболочених місць:***

1) придатні – заболоченість відсутня;

2) обмежено придатні – є заболочені місця – торфовища потужністю шарів менше 2 м;

3) непридатні – є торфовища потужністю шарів більше 2 м.

***Залежно від затопленості:***

1) придатні – незатоплювані чи затоплювані не частіше 1 разу в 100 років;

2) обмежено придатні – затоплювані 1 раз у 100 років і 1 раз у 25 років з найвищим горизонтом високих вод не більше 0,6 м над рівнем землі;

3) непридатні – затоплювані 1 раз у 25 років і частіше з катастрофічними наслідками.

***За наявністю зсувів і зсувних схилів:***

1) придатні – зсувів немає;

2) обмежено придатні – окремі зсувні схили;

3) непридатні – численні чи суцільні зсувні схили.

***Залежно від наявності карстових явищ:***

1) придатні – карстові явища відсутні;

2) обмежено придатні – є окремі карстові воронки;

3) непридатні – є значне число глибоких карстових воронок.

### **1.3 Рельєф і його містобудівна оцінка**

Рельєф є найбільш важливим показником, що визначає поверхню міської території, впливає на планування, забудову і благоустрій міст, економіку будівництва.

У містобудуванні прийнято такі ***категорії рельєфу***:

– макрорельєф – рельєф великих територій із значним перепадом висот і нерівностей поверхні;

– мікрорельєф – рельєф з невеликими перепадами висот на обмеженій території. Він визначає висотне положення вулиць, входів у будинки та ін.

***Основні форми рельєфу*** – рівнинний і гірський.

***Рівнинний рельєф розділяють*** на такі категорії:

1) рівнинний (спокійний) з крутістю схилів до 4 ‰;

2) рівний з крутістю схилів 4–30 ‰;

3) слабо пересічений – 30–60 ‰;

4) пересічений – 60–100 ‰;

5) сильнопересічений – 100–200 ‰;

6) дуже сильнопересічений – більше 200 ‰.

Гірський рельєф характеризують наявністю гір різної висоти.

**Горизонталь** – лінія, що з'єднує на кресленні точки рівних висот над прийнятим горизонтом (звичайно рівнем моря). На горизонталях надписують їхні позначки.

**Позначка** – відстань по висоті від точки місцевості до рівенної поверхні. Абсолютні позначки відраховують від абсолютного нуля, за який прийнято рівень Балтійського моря. При відсутності таких даних приймають умовний рівень, а позначки називають відносними.

Горизонталі мають такі **властивості**:

– усі точки, що лежать на одній горизонталі, мають на місцевості однакову висоту;

– усі горизонталі, що замикаються у межах плану чи карти, позначають пагорб чи улоговину, їх розрізняють за бергштрихами чи надписами;

– горизонталі природного рельєфу мають бути безперервні, виключення складають обриви;

– горизонталі не можуть перетинатися у плані, виключення – нависаючі скелі;

– відстань між горизонталями у плані характеризує крутість схилу. На схилах, що мають рівномірний ухил, проміжки між горизонталями однакові;

– найкоротша відстань між горизонталями – перпендикулярна до них лінія – відповідає напрямку найбільшої крутості;

– горизонталі, що зображують похилу площину, мають вид рівнобіжних прямих.

Розрізняють такі основні **форми рельєфу**: рівнини, гори, пагорб, улоговина, хребет, лощина чи тальвег, сідловина, схили тощо.

Для полегшення вивчення рельєфу на горизонталях, перпендикулярно до них, наносять **бергштрихи** – невеликі риси, що вказують напрямок ухилу у бік зниження рельєфу.

**Масштабом** плану чи карти називають відношення довжини лінії на плані до горизонтальної проекції відповідної лінії на місцевості. Масштаби бувають чисельні, лінійні, поперечні.

**Природний рельєф місцевості характеризують такими показниками**:

а) крутістю схилів, що визначають у градусах чи відсотках у напрямку, нормальному до горизонталей;

б) напрямком схилів за сторонами світу;

в) пересіченістю, що визначає чергування і різноманіття низин і височин;

г) стабільністю форм чи їхньою рухливістю (яри, що ростуть, активні зсуви).

Крутість схилів характеризують **ухилом поверхні**:

$$i = \frac{h}{l} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (1.1)$$

де  $i$  – крутість схилу;

$h$  – перевищення між найвищою і найнижчою точками, м;

$l$  – горизонтальна проекція лінії між точками, м;

$\alpha$  – кут нахилу схилу.

Крутість схилу виражають у градусах ( $^{\circ}$ ), відсотках (%), промілях (‰), тисячних частках.

## 1.4 Вишукування проектних робіт

*Топографо-геодезичні* роботи полягають у зйомці місцевості і складанні карт і планів, що служать основою для проектно-планувальних робіт. За цими ж планами виконують інженерно-містобудівну оцінку територій і намічають шляхи її інженерної підготовки.

*Інженерно-геологічні* вишукування здійснюють способом інженерно-геологічної зйомки, буровими, дослідними і лабораторними роботами.

*Гідрогеологічні* вишукування визначають наявність, тип, потужність, властивості, характер залягання, мінералізацію, умови живлення і режим ґрунтових вод.

*Гідрологічні* вишукування вивчають явища і процеси, що відбуваються в поверхневих водоймищах: озерах, ріках, морях, водосховищах, болотах. Основні відомості включають інформацію про джерела живлення, закономірності режиму, їхні основні параметри, хімічний і бактеріологічний склад води, рельєфні й геологічні особливості берегової лінії і дна.

У *характеристиці ґрунтів і рослинності* приводять відомості про ґрунти, товщину рослинного шару ґрунту, породи дерев, що ростуть у даному районі, у тому числі найбільш розповсюджені.

*Кліматична характеристика* визначається за кліматологічними атласами, описами і довідниками.

Додатковими даними є відомості *санітарно-гігієнічних* вишукувань, що характеризують геологічні умови території і відкритих водоймищ щодо малярійної небезпеки і здійснення необхідних протималарійних інженерних заходів.

### Питання для самоконтролю

1. Які фактори впливають на вибір територій для населених місць?
2. Дати характеристику територій за ступенем придатності для житлового, суспільного і промислового будівництва.
3. Як природні умови впливають на планування, забудову і благоустрій міст?
4. Які основні форми рельєфу ви знаєте?
5. Що таке горизонталі?
6. Які властивості мають горизонталі?
7. Що називають масштабом плану чи карти?
8. Як зображують рельєф на планах чи картах?



9. Що таке ухил поверхні?  
 10. Як оцінюють території залежно від крутості поверхні?  
 11. Які інженерні вишукування проводять при проектуванні інженерної підготовки територій?

## ТЕМА 2 СИСТЕМИ ВОДОВІДВОДУ В МІСТАХ

У практиці відомі три системи організованого відводу поверхневих вод на міських територіях:

- **відкрита** система, при якій водовідвід здійснюється за допомогою лотків, каналів, кюветів;
- **закрита** система, що являє собою підземну мережу труб, якою вода транспортується і скидається у водоймища;
- **змішана** система, що включає елементи відкритої і закритої систем.

### 2.1 Проектування водовідвідних каналів

Розміри поперечних перерізів окремих елементів визначають розрахунком. У водонепроникних ґрунтах каналам і кюветам надають частіше трапецеїдальний переріз глибиною не більше 0,8–1,2 м і мінімальною шириною по дну кювету 0,4 м.

Канави, кювети, лотки укріплюють по дну чи по всьому периметру. Укріплення виконують з обдернування, кам'яного мощення, бетонних плит, монолітного бетону і збірних залізобетонних елементів.

У поздовжньому профілі найменші ухили водовідвідних споруд приймають залежно від типу покриття:

- лотки проїзної частини з асфальтобетонним покриттям – 5 (4) ‰;
- те ж із брущатим чи щебеневим покриттям – 5 (4) ‰;
- те ж на бруківці – 5 ‰;
- окремі лотки і кювети – 5 ‰;
- водовідвідні канали – 5 (3) ‰.

У дужках наведені значення для умов реконструкції.

Максимальні швидкості руху води, при яких не розмиваються водовідвідні пристрої, приймають за такими даними:

Вид покриття:	Максимальна швидкість руху води, м/с, при глибині потоку 0,4–1 м
Укріплення бетонними плитами.....	4
Обдернування суцільне.....	1
Обдернування в стінку.....	1,6
Мощення.....	2,0
Пил, мул.....	0,15–0,20
Пісок.....	0,20–0,60
Супісь і суглинок.....	0,6–1,8

Глина.....	1,0–1,8
Скальні породи.....	2,5–4,5
Бетонне облицювання.....	5,0–10,0
Дерево.....	1,5–2,5

## 2.2 Гідрологічний розрахунок водовідвідної каналу

Витрати зливогого стоку визначають за формулою:

$$Q_{зл} = 16,7 a_{зод} k_t F \varphi, \quad (2.1)$$

де  $Q_{зл}$  – витрати зливогого стоку, м<sup>3</sup>/с;

$a_{зод}$  – розрахункова інтенсивність зливи тривалістю 1 годину, мм/хв для зливогого району, номер якого встановлюють за картою;

$k_t$  – коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи годинної тривалості до розрахункової;

$F$  – площа водозбірного басейну, км<sup>2</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт редукції, що враховує неповноту стоку;

$$\varphi = \left( \sqrt[4]{10F} \right)^{-1}. \quad (2.2)$$

Об'єм зливогого стоку, мз, визначають за формулою:

$$W = \frac{60000 a_{зод} F \varphi}{\sqrt{k_t}}. \quad (2.3)$$

## 2.3 Гідравлічний розрахунок водовідвідної каналу

Гідравлічні елементи потоку визначають із залежностей:

$$V = C \sqrt{Ri} = \frac{R^{2/3} i^{1/2}}{n}, \quad (2.4)$$

$$Q = \omega V, \quad (2.5)$$

де  $V$  – швидкість води у каналі, м/с;

$C$  – коефіцієнт Шезі;

$i$  – гідравлічний ухил, тис. частки;

$n$  – коефіцієнт шорсткості;

$Q$  – витрати води у каналі, м<sup>3</sup>/с.

Гідравлічний радіус:

$$R = \frac{\omega}{\chi}. \quad (2.6)$$

Визначають площу живого перерізу:

$$\omega = bh + \frac{m_1 + m_2}{2} h^2. \quad (2.7)$$

Змочений периметр:

$$\chi = b + h \left( \sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right) \quad (2.8)$$

У цих формулах:  $\omega$  – площа живого перерізу,  $\text{м}^2$ ;

$\chi$  – змочений периметр,  $\text{м}$ ;

$R$  – гідравлічний радіус,  $\text{м}$ ;

$b$  – ширина каналу по дну,  $\text{м}$ ;

$h$  – глибина води в каналі,  $\text{м}$ ;

$m_1, m_2$  – крутість укосів каналу.

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (2.9)$$

де  $R$  – гідравлічний радіус;

$n$  – коефіцієнт шорсткості, що характеризує состав поверхні русла, матеріал облицювання, укріплення ложа русла.

## 2.4 Проектування перепадів

На ділянках території, де ухили рельєфу більше тих, при яких виникають швидкості течії вище допустимих, проектують спеціальні споруди, швидкості і східчасті перепади.

Якщо визначене значення ухилу дна русла виявиться менше ухилу поверхні землі, де прокладається русло, останнє влаштовується з **перепадами**.

При гідравлічному розрахунку перепадів визначають витрати води  $Q$ , тип укріплення, ширину русла по дну  $b$ , коефіцієнт закладення укосів  $m$ , ухил дна русла  $i$ , нормальну чи побутову глибину протікання води  $h_0$ .

При висоті перепадів  $P$  необхідна відстань між перепадами  $l$  визначається за формулою:

$$l = \frac{P}{i_n - i_0}, \quad (2.10)$$

де  $i_n$  – ухил земної поверхні.

У гідравлічний розрахунок перепадів входять визначення:

- необхідності улаштування гасителя енергії після перепаду;
- типу і розмірів гасителя енергії;
- довжини посиленого укріплення русла після перепаду.

## 2.5 Проектування швидкостоків

**Швидкостоком** називають штучну споруду (русло) з ухилом дна більше критичного. Швидкостоки можуть бути *призматичні* і *непризматичні*.

Призматичні швидкостоки представляють собою природні або штучні русла, або лотки постійного перетину (а також водопропускні труби), ухили яких більше критичного.

Штучні швидкостоки можуть споруджуватися залізобетонними, бетонними, кам'яними, мати типову бетонну конструкцію та служити як для підведення води до водопропускної споруди в косогірних умовах, так і для відведення води з водовідвідних каналів або водопропускних споруд.

Непризматичні швидкостоки також можуть бути залізобетонними, бетонними і кам'яними; влаштовуються вони як перехідні ділянки, за допомогою яких потік звужується перед входом в споруду або розширюється на виході з нього.

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

$$W = \frac{V_{\text{дон}}}{\sqrt{i}}. \quad (2.11)$$

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

Ширина швидкостоку:

$$b = \frac{Q_p}{V_{\text{дон}} R}. \quad (2.12)$$

При прямокутному перерізі глибину потоку визначають так:

$$h_0 = \frac{bR}{b - 2R}. \quad (2.13)$$

## 2.6 Проектування малих водовідвідних споруд

**Водопрпускні труби** – це штучні споруди, призначені для пропуску під насипами доріг невеликих постійних або періодично діючих водотоків.

За *формою отвору* труби поділяються на круглі, прямокутні, овоїдальні, трикутні, трапецеїдальні, еліптичні та ін.

За *кількістю отворів* труби бувають одно-, дво- і триочковими.

За *матеріалом* труби діляться на дерев'яні, кам'яні, бетонні, залізобетонні, металеві, пластмасові та з інших матеріалів.

Труби можуть бути з *оголовками* і без них. Застосування оголовків підвищує водопрпускну здатність труб. Розрізняють порталні, комірні, розтрубні і обтічні оголовки.

За *способом будівництва* труби поділяються на споруджувані з матеріалів на місці і збірні з блоків, виготовлених на заводі.

Залежно від *режиму протікання* води труби поділяють на безнапірні, що працюють неповним перетином; напівнапірні, що працюють повним перетином на вході в трубу і не повним на решті протязі труби; напірні, що працюють повним перетином на всьому протязі труби, як насадки великої довжини.

Величина отвору визначається гідравлічним розрахунком залежно від розрахункової витрати водного потоку і допустимій швидкості течії води. Пропускную здатність безнапірних труб визначають за формулою:

$$Q = \varphi_o \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}, \quad (2.14)$$

– для напівнапірних труб:

$$Q = \varphi_n \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}, \quad (2.15)$$

– для напірних труб:

$$Q = \varphi_n \omega_{mp} \sqrt{2g(H - h_{mp})}, \quad (2.16)$$

де  $\varphi_b$ ,  $\varphi_n$ ,  $\varphi_n$  – коефіцієнти витрат ( $\varphi_b$  для обтічних оголовків дорівнює 0,95, а для інших – 0,85;  $\varphi_n = 0,95$  для всіх оголовків, крім обтічних;  $\varphi_n = 0,95-1,0$ );

$\omega_c$  – площа стисненого перерізу,  $m^2$ , яка визначається за допомогою графіка;

$\omega_{mp}$  – площа поперечного перерізу труби,  $m^2$ ;

$H$  – глибина води перед трубою, м;

$h_c$  – глибина потоку у стиснутому перерізі, м;

$h_{mp}$  – висота (діаметр) труби, м.

**Найменшу висоту насипу біля безнапірних труб** визначають за формулою:

$$H_{min} = h_{mp} + h_{кон} + h_{зас}, \quad (2.17)$$

де  $h_{mp}$  – діаметр круглої або висота прямокутної труби, м;

$h_{кон}$  – товщина стінок труби, 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:

$$H_{min} = H + \Delta, \quad (2.18)$$

де  $H$  – рівень підпертої води, м;

$\Delta$  – запас над рівнем підпертої води, який приймається 1,0 м.

**Довжина труби** залежить від висоти насипу  $H_{нас}$  біля труби, яка приймається за поздовжнім профілем після його проектування, і має 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 оголовків:

$$L = \left[ \frac{0,5B + m(H_{нас} - h_{mp})}{l + mi_0} + \frac{0,5B + m(H_{нас} - h_{mp})}{l - mi_0} + n \right] \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (2.19)$$

де  $B$  – ширина земляного полотна, м;

$m$  – коефіцієнт закладення укосів насипу – 1,5;

$H_{нас}$  – висота насипу біля труби, м;

$h_{mp}$  – діаметр круглої труби, м;

$i_0$  – ухил труби, приймається рівним ухилу логу біля споруди  $i_c$ ;

$n$  – товщина стінок оголовка, приймається 0,35 м;

$\alpha$  – кут між віссю дороги і труби.

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

$$L = \left[ \frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{нас} - h_{mp})}{l + 1,75i_0} + \frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{нас} - h_{mp})}{l - 1,75i_0} + n \right] \frac{1}{\sin \alpha}. \quad (2.20)$$

Повна довжина труби:

$$L_{mp} = L + 2M, \quad (2.21)$$

де  $M$  – довжина оголовків.

### *Питання для самоконтролю*

1. *Які є системи водовідводу в містах?*
2. *Які приймають найменші ухили водовідвідних споруд?*
3. *Як визначають витрати зливого стоку водовідвідної каналу?*
4. *Як виконують гідравлічний розрахунок водовідвідної каналу?*
5. *Коли проектуєть східчасті перепади і швидкостоки?*
6. *Що таке швидкостік?*
7. *Коли необхідно улаштувати гасителі енергії після перепаду?*
8. *Як розраховують східчасті перепади?*
9. *Як розраховують швидкостоки?*
10. *Що таке водопропускні труби?*
11. *Навести класифікацію водопропускних труб.*
12. *Як виконують гідравлічний розрахунок водопропускних труб залежно від режиму протікання води?*

## **ТЕМА 3 МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ ВІД ЗАТОПЛЕННЯ**

### **3.1 Водні басейни міста та їхнє містобудівне значення**

До **водоймищ**, що знаходяться на території міста, відносять водосховища, ріки, озера, ставки, дрібні річки, струмки, протоки.

Водоймища використовують у господарських, транспортних, архітектурно-планувальних, декоративних, спортивних і санітарно-гігієнічних цілях.

Берегові смуги водоймищ використовують для прокладки вулиць, бульварів, зелених насаджень, забудови.

Природні береги рік, озер, морів при використанні їх у містобудівних цілях вимагають значного поліпшення. Заплавна частина території при проходженні паводків затоплюється. При цьому руйнуються неукріплені береги.

### **3.2 Методи захисту міських територій від затоплення**

Основними способами захисту міських територій від затоплення є:

1. Суцільна підсіпка затоплюваних територій, яка передбачає підвищення поверхні території, що захищається, до деякої розрахункової позначки.
2. Обвалування території, що захищається, способом огороження затоплюваної частини міста захисними дамбами-валами.
3. Зниження розрахункових витрат ріки у межах міської території, регулювання стоку і витрат будівництвом водосховищ вище міста за течією ріки, створення відвідного скидного русла та інші.
4. Збільшення пропускної здатності ріки в межах міської території для пропуску найбільших витрат при більш низьких горизонтах способом розчищення чи поглиблення русла ріки.

### 3.3 Проектування дамб обвалування

Огороджувальні дамби влаштовують уздовж меж території, яку захищають від затоплення.

Для захисту затоплюваних територій слід застосовувати два види обвалування: *загальне* та *по ділянках*.

Для захисту територій від затоплення застосовуються два типи дамб обвалування – *незатоплювані* й *затоплювані*.

**Незатоплювані дамби** належить застосовувати для постійного захисту від затоплення міських і промислових територій, прилеглих до водосховищ, річок та інших водних об'єктів.

**Затоплювані дамби** допускається застосовувати для тимчасового захисту від затоплення сільськогосподарських земель у період вирощування на них сільськогосподарських культур за умови підтримування у водосховищі нормального підпірного рівня, для формування та стабілізації русел і берегів річок, регулювання та перерозподілу водних потоків і поверхневого стоку.

Залежно від умов роботи і конструктивних особливостей розрізняють *річкові, водосховищні й морські дамби*.

**Траси дамб** слід обирати в залежності від топографічних та інженерно-геологічних умов будівництва, за умови мінімальної зміни гідрологічного режиму водотоку й максимального використання обвалованої території.

**Переріз дамби** залежить від її містобудівного використання. На низовому укосі можна передбачати пішохідні алеї і доріжки або розміщувати забудову.

Дамби обвалування влаштовують у вигляді насипу трапецеїдального перерізу.

Застосовуються конструкції ґрунтових дамб двох типів: *обтиснутого* та *розпластаного профілю*.

Ширину дамби по верху приймають у середньому 4,5–10 м.

У підосві низового укосу водосховищних і морських дамб обов'язково проектують дренаж.

Висоту дамби визначають за формулою:

$$H = Z_p - Z_0 + h_n + a + \delta, \quad (3.1)$$

де  $H$  – висота дамби, м;

$Z_p$  – позначка найвищого рівня з розрахунковою забезпеченістю  $p$  %, м;

$Z_0$  – позначка основи дамби, м;

$h_n$  – підйом горизонту води від вітрового нагону,  $h_n = 0,5 \div 1,0$  м;

$a$  – висота набігу хвилі на укіс дамби,  $a = 1,5 h_{xв}$ , м;

$h_{xв}$  – висота хвилі, м;

$\delta$  – запас у висоті гребеня над найвищою позначкою набігу хвилі на укіс,  $\delta = 0,5$  м.

$$h_{xв} = 0,0208 W^{5/4} L^{1/3}, \quad (3.2)$$

де  $W$  – швидкість вітру, м/с;

$L$  – довжина розгону хвилі, м.

**Розрахунковий горизонт високої води (РГВВ)** визначають імовірнісними розрахунками за рівнями, що спостерігаються на водомірних гідрометеопостах, де фіксують рівні паводків. Ймовірність спостереження рівня обчислюють за формулою:

$$P_i = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}, \quad (3.3)$$

де  $i$  – порядковий номер року;

$n$  – загальна кількість років спостереження.

Розрахунковий горизонт високої води (РГВВ) визначають із залежності:

$$\downarrow PГВВ = \downarrow ГМВ + H_{p\%}, \quad (3.4)$$

де  $\downarrow ГМВ$  – позначка горизонту меженної води;

$H_{p\%}$  – розрахунковий рівень заданої ймовірності  $p$ .

**Стійкість укосів** насипу оцінюють зіставленням їхнього фактичного коефіцієнта стійкості  $K_{cm}$  з його нормативним значенням  $K_n$ . Стійкість вважають забезпеченою, якщо  $K_{cm} > K_n$ .  $K_{cm}$  визначають з основних рівнянь статички:

$$K_{cm} = \frac{\sum M_{ym}}{\sum M_{zp}} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha_i + cl_s) R}{\sum_{i=1}^n Q_i R \sin \alpha_i}, \quad (3.5)$$

де  $\sum M_{ym}$ ,  $\sum M_{zp}$  – відповідно суми моментів утримуючих і зрушуючи сил;

$Q_i$  – вага призми;

$\alpha_i$  – кут нахилу поверхні сковзання у межах виділеної призми;

$l_i$  – довжина ділянки дуги сковзання у межах виділеного відсіку;

$c$  – зчеплення ґрунту;

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя ґрунту;

$R$  – радіус кривої сковзання.

### 3.4 Проектування суцільної підсипки міських територій, що затоплюються

Поверхні територій, які захищають від затоплення, підвищують до незатоплюваних позначок.

При виконанні проекту суцільної підсипки території встановлюють: основні параметри насипу, тобто межі і площу території, що підсипається, а також висоту насипу на окремих ділянках; обсяг робіт, спосіб проведення робіт; розрахунок механізмів.

При визначенні найменшої позначки території варто мати на увазі можливість підпору ґрунтових вод.

При постійному затопленні величину підпору приблизно знаходять за формулою:

$$Z_n = \sqrt{h_n^2 - h_p^2 + (h_p + Z_p)^2} - h_n, \quad (3.6)$$

де  $Z_n$  – величина підпору ґрунтових вод у конкретному перерізі, м;

$h_n$  – підвищення побутового рівня ґрунтових вод над водотривким шаром у



тому ж перерізі, м;

$h_p$  – підвищення побутового рівня води у річці над водотривким шаром ґрунту, м;

$Z_p$  – підпір, створений у річці, м.

Для захисту території від затоплення підсипанням відмітку брівки берегового укосу території слід приймати не менш, ніж на 0,5 м вищою від розрахункового рівня води у водному об'єкті з урахуванням розрахункової висоти хвилі та її нахату.

Стік поверхневих вод проектують у бік річки чи водоймища з підвищенням позначок в міру віддалення від водоймища.

Рівень ґрунтових вод на забудованій території знижують за допомогою дренажних систем.

Для зведення насипу застосовують піщані й глинисті ґрунти. Для захисту насипу від розмиву і руйнування проектують берегові укріплення.

### 3.5 Регулювання русел в межах міських територій

#### 3.5.1 Основні завдання регулювання русел рік

*Лінією регулювання ріки* називають лінію перерізання площини дзеркала води з площиною укосу берегового схилу чи підпірною стінкою набережної.

Під *регулюванням рік* чи *русел* на відміну від регулювання стоку рік розуміють зміну гідравлічних характеристик за допомогою гідротехнічних споруд без зміни витрат ріки. Гідравлічними характеристиками водостоків є глибини, живі перерізи, ухили, швидкості течії.

*Регулювання рік* – це інженерні заходи, спрямовані на запобігання руйнуванню і переформуванню берегів водостоків і водоймищ; організацію скидання у річку води з міських водостоків, промислових колекторів, осушувальних систем; забезпечення нормального водозабору з ріки для водопостачання міст, потреб зрошення; гідротехніку створення на річці нормальних умов для судноплавства і відпочинку населення.

#### 3.5.2 Регулювання русел струмків і малих річок

Струмки і малі річки на території міста можуть зберігатися у вигляді природного русла, поліпшеного випрямленням, поглибленням, плануванням прилягаючої території та ін.: відкритого каналу (русла) з відповідним укріпленням дна й укосів; закритого каналу (колектора); у вигляді комбінованого русла, що складається з водостоків, призначеного для пропуску весняних і часто повторних зливових витрат, і відкритого русла, що служить для пропуску витрат більш рідкої повторності.

Гідравлічні розрахунки регульованого русла виконують за формулою Ше-зі:

$$\begin{aligned} V &= C\sqrt{Ri_n}; \\ Q &= \omega V, \end{aligned} \tag{3.7}$$

де  $V$  – середня нормативна величина швидкості течії при рівномірному русі, м/с;

$i_n$  – поздовжній ухил дна ділянки ріки;

$Q$  – витрати русла ріки, м<sup>3</sup>/с;

$R$  – гідравлічний радіус, м;

$\omega$  – площа живого перерізу, м<sup>2</sup>;

$$R = \omega / p; \quad (3.8)$$

$$\omega = (b + mh) \cdot h; \quad (3.9)$$

$$p = b + 2h\sqrt{1 + m^2}, \quad (3.10)$$

де  $p$  – змочений периметр, м;

$h$  – глибина води у руслі, м;

$b$  – ширина русла по дну, м;

$m$  – коефіцієнт закладення укосу, що дорівнює  $\operatorname{ctg} \alpha$ , де  $\alpha$  – кут нахилу укосу до горизонту;

$C$  – швидкісний коефіцієнт, визначається для середньої шорсткості земляного русла.

Коефіцієнт закладення укосу  $m$  при різних значеннях коефіцієнтів закладення знаходять як середнє арифметичне цих коефіцієнтів:

$$m = \frac{1}{2}(m_1 + m_2), \quad (3.11)$$

де  $m_1, m_2$  – коефіцієнти закладення першого і другого укосів.

Коефіцієнт  $C$  знаходять за формулою акад. М. М. Павловського:

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (3.12)$$

де  $n$  – коефіцієнт шорсткості русла.

Поздовжній ухил дна русла ріки дорівнює:

$$i = \frac{V^2}{C^2 R}. \quad (3.13)$$

### 3.5.3 Регулювання великих рік

Для регулювання русел середніх і великих рік застосовують такі способи: **водостискувальний** – регулювання способом стиснення русла поздовжніми і поперечними регулюючими спорудами; **водонапрямковий**; **використання динамічних властивостей потоку**.

Регуляційні споруди служать для зміни напрямку течії річкового потоку.

На річках, які схильні до меандрування, у складі заходів інженерного захисту територій від затоплення слід передбачати споруди з регулювання русел:

– **поздовжні дамби**, розташовані за течією або під кутом до неї, що обмежують ширину водного потоку річки;

– **струмененапрямні дамби** – поздовжні, прямолінійні або криволінійні, що забезпечують плавний підхід потоку до отворів мосту, греблі, водоприймача та інших гідротехнічних споруд;

– **затоплювані загати**, які перекривають русло від берега до берега – призначені для повного або часткового перегородження течії води в рукавах та протоках;

– **напівзагати** – поперечні споруди у руслі, які забезпечують виправлення напрямку течії та утворення судноплавних глибин;

– **шпори (короткі незатоплювані напівзагати)**, що встановлюються під деяким кутом до напрямку течії для забезпечення захисту берегів від розмивання;

– **берегові й дамбові кріплення**, які забезпечують захист берегів від розмивання та руйнування течією й хвилями;

– **наскрізні споруди**, які будуються для регулювання русла та наносів через перерозподіл витрат води по ширині русла і створення біля берегів сповільнених (нерозмивних) швидкостей течії.

Приблизну ширину русла на ділянці, звуженій дамбами і напівзагатами, знаходять за формулою:

$$B = \frac{HQ^{0,5}}{i^{0,2}}, \quad (3.14)$$

де  $B$  – ширина русла, м;

$Q$  – витрати води у ріці, м<sup>3</sup>/с;

$i$  – ухил дна русла ріки.

### 3.6 Регулювання стоку і витрат ріки

Витрати води під час розливу рік зменшують будівництвом **розвантажувального обвідного каналу** чи **водосховищами**, які утворюють за допомогою гребель. Найчастіше регулювання стоку здійснюють, влаштовуючи одночасно і водосховище, і обвідний канал.

#### 3.6.1 Використання міських ставків як регулюючих басейнів водостічної мережі

**Розвантажувальний обвідний канал** дозволяє перехопити частину витрат води перед територією, що захищається, відвести його за межі цієї території і скинути нижче за течією ріки. Канали розраховують на пропуск необхідних витрат у період паводка.

**Необхідну площу дзеркала води** визначають за формулою:

$$S = \frac{Nnpmt}{100bT}, \quad (3.15)$$

де  $S$  – площа дзеркала води, м<sup>2</sup>;

$N$  – кількість жителів міста, чол.;

$n$  – норма дзеркала води на одного відвідувача в годину, (5 м<sup>2</sup>/год/чол.);

$p$  – % охоплення населення;

$m$  – кількість відвідувань у тиждень;

$T$  – тривалість роботи басейну, пляжу на добу, год;

$t$  – тривалість перебування у воді, год (0,5 год);

$b$  – кількість днів роботи на тиждень.

**Утрати на випар** визначають за формулою В. К. Давидова:

$$Z = 0,55(1 + 0,12V)d^{0,8}, \quad (3.16)$$

де  $Z$  – середня добова величина випару;

$d$  – середня добова величина дефіциту вологості, обчислена для висоти 2 м від землі;

$V$  – швидкість вітру, м/с.

Якщо ложе водоймища складено з дрібнозернистих ґрунтів, **розрахунок фільтрації** ведуть за формулою Дарсі:

$$q = k \omega I = k S H / L, \quad (3.17)$$

де  $q$  – витрати води, м<sup>3</sup>/добу;

$\omega$  – площа поперечного перерізу фільтруючого потоку, м<sup>2</sup>;

$H$  – різниця напорів у двох точках, м;

$L$  – довжина фільтраційного шляху між цими точками, м;

$k$  – коефіцієнт фільтрації для даного ґрунту, м/добу.

### 3.6.2 Розрахунок регулюючої ємності ставка

Проектування регулюючих ставків включає:

1) визначення габаритів і ємності ставка.

2) установлення нормального і максимального горизонтів.

3) визначення витрат обвідного колектора і розрахунок регулюючої ємності ставка.

4) визначення розрахункових витрат колектора нижче ставка.

Рівняння балансу стоку має вигляд:

$$W = W_{cm} + W_{об}, \quad (3.18)$$

де  $W$  – обсяг стоку, м<sup>3</sup>;

$W_{cm}$  – обсяг води, що затримується ставком, м<sup>3</sup>;

$W_{об}$  – обсяг води, що пропускається обвідним колектором, м<sup>3</sup>.

Витрати води в обвідному колекторі:

$$Q_{об} = \alpha Q_p, \quad (3.19)$$

$$\alpha = 1 - W_{cm} / 0,7W, \quad (3.20)$$

де  $Q_{об}$  – витрати води, що пропускаються обвідним колектором, м<sup>3</sup>/с;

$Q_p$  – розрахункові витрати у місці водовипуску з колектора в ставок (незарегульовані витрати), м<sup>3</sup>/с;

$W$  – обсяг стоку води за період паводка, м<sup>3</sup>;

$W_{cm}$  – обсяг води у ставку, м<sup>3</sup>;

$\alpha$  – коефіцієнт регулювання або відношення зарегульованих витрат до розрахункових,  $0,33 \leq \alpha \leq 0,80$ .

Обсяг стоку води за період паводка можна визначити за формулою:

$$W = Q_p t_p 60, \text{ м}^3, \quad (3.21)$$

де  $t_p$  – розрахунковий час стікання, хв.

Регулюючу ємність ставка знаходять так:

$$W_{cm} = 60 K Q_p t_p, \text{ м}^3, \quad (3.22)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта регулювання  $\alpha$ ,  $K = f(\alpha)$ .

Розрахункові витрати в колекторі нижче ставка:

$$Q = \alpha Q_{об} + Q_n + Q_{зв}, \text{ л/с}, \quad (3.23)$$

де  $Q_{об}$  – розрахункові витрати, що пропускаються по обвідному колектору без скидання у ставок, л/с;

$Q_n$  – розрахункові витрати з площі, розташованої нижче ставка, л/с;

$Q_{зв}$  – середні витрати при звільненні ставка, л/с.

### 3.6.3 Проектування водосховищ

**Водосховища** регулюють стік ріки способом зниження максимальних витрат за рахунок утримання частини стоку і пропуску води, що не викликає затоплення територій.

Розміри водосховищ визначають з розрахунку.

Найбільш істотний ефект у підвищенні рівня водостоку досягається способом влаштування водопідйомної регулюючої греблі із затворами.

**Греблі** водосховищ влаштовують земляними, а їхні водозбірні ділянки – бетонними чи залізобетонними.

### 3.7 Визначення висоти (позначки) набережної

Найменшу позначку набережної встановлюють за формулою:

$$\downarrow H_{min} = \downarrow PГВВ + h_{hx} + 0,5, \quad (3.24)$$

де  $\downarrow PГВВ$  – розрахунковий горизонт високої води, м;

$h_{hx}$  – висота набігу хвилі, її визначають із залежності:

$$h_{hx} = \frac{4,3 K_{шy} h_{xв}}{m}, \quad (3.25)$$

де  $K_{шy}$  – коефіцієнт шорсткості укріплення укусу (бетон, мостіння – 0,90);

$m$  – коефіцієнт закладення укусу;

$h_{xв}$  – висота хвилі, яку визначають за формулою В. Г. Андріянова:

$$h_{xв} = 0,0208 W^{5/4} L^{1/3}, \quad (3.26)$$

де  $W$  – швидкість вітру для даного регіону (приблизно 20 м/с);

$L$  – розрахункова довжина розбігу хвилі (приблизно 1 км).

### 3.8 Міські пляжі

Пляжі влаштовують на території міста чи поблизу нього у зоні відпочинку, на безпечних ділянках ріки, що мають піщані обмілини, на освітленому сонцем березі з орієнтацією на південь чи південний захід. Загальна довжина пляжів має задовольняти вимогам:

$$L = N \cdot 0,16 / (kn), \text{ м}, \quad (3.27)$$

де  $N$  – чисельність населення, що обслуговується зоною відпочинку;

$k$  – коефіцієнт неодночасності відвідування пляжів;

$n$  – число смуг пляжу, вважаючи ширину однієї смуги 5 м, при нормі вико-

ристання площі пляжу на одну людину  $5 \text{ м}^2$ ;

0,16 – коефіцієнт населення міста, що відпочиває біля води в годину «пік».

Ширину безпечної підводної частини для купання приймають не менше чотирьох-п'яти смуг пляжу, що відповідає 20–25 м.

Швидкість течії води у річці в районі пляжу не повинна перевищувати 0,5–1 м/с.

### *Питання для самоконтролю*

1. *Визначити містобудівне значення водоймищ.*
2. *Які території вважаються затоплюваними?*
3. *Які Ви знаєте основні способи боротьби із затопленням?*
4. *Основні принципи проектування дамб обвалування.*
5. *В яких випадках проектують суцільну підсипку територій?*
6. *У чому полягає ідея регулюючих ставків? Як розраховують регулюючу ємність ставка?*
7. *Що таке набережні? Категорії набережних.*
8. *Назвати заходи щодо інженерного устаткування і благоустрою ставків.*
9. *Як можна регулювати русла струмків і малих річок?*
10. *Що таке регулювання русел рік?*
11. *З якою метою проводять регулювання русел рік?*
12. *Гідравлічний розрахунок регульованого русла ріки.*
13. *Види регуляційних споруд. Область їхнього застосування.*
14. *Як проводиться боротьба із затопленнями міських територій за допомогою регулювання стоку?*

## **ТЕМА 4 ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ І ТИПИ МІСЬКИХ ДРЕНАЖІВ**

### **4.1 Класифікація дренажів**

*Дренажі* – це підземні споруди, призначені для штучного зниження рівня підземних вод протягом тривалого часу.

Залежно від розміщення дренажів стосовно дренаваної території і джерел надходження до неї підземних вод розрізняють такі системи дренажів: **систематичний, головний, кільцевий і береговий**.

Розрізняють дренажі **досконалого і недосконалого типів**.

Залежно від застосованих пристроїв для захоплення ґрунтових вод виділяють такі типи дренажів: **горизонтальний, вертикальний і комбінований**.

Горизонтальні дренажі найбільш розповсюджені у міському будівництві. У конструктивному відношенні їх поділяють на **відкриті, закриті, галерейні**.

Вертикальні дренажі складаються з груп трубчастих колодязів, об'єднаних в єдину систему за допомогою водопровідних пристроїв і насосної станції.

Вертикальні дренажі класифікують:

а) за водопровідними пристроями – вбирні колодязі, одиночні трубчасті колодязі, глухі колектори, вакуумні системи, ерліфтові;

б) за типами фільтрів – дірчасті, шпаруваті, дротові, сітчасті, каркасно-стрижневі, гравійні, з пористого бетону на основі клею БФ.

Комбіновані дренажі складаються з трубчастих колодязів і горизонтальної дрени.

#### 4.2 Спеціальні способи дренажу ґрунтів

Існують такі види спеціального дренажу: *пластовий чи постільний, вентиляційний, біодренаж, електродренаж, термодренаж* та інші.

#### 4.3 Трасування дренажних споруд

Трасування дренажів визначає: розміщення дренажної мережі у плані, вибір глибини закладення мережі, сполучення дренажних ліній у плані й профілі, вибір проектних ухилів дренажів.

Розміщення дренажної мережі у плані визначають системою і типом дренажу, а також характером забудови.

Глибину закладення визначають величиною зниження рівня підземних вод, системою і типом дренажу і гідрогеологічними умовами дренажної території.

Проектні ухили регламентуються умовами роботи дренажу і гідравлічними характеристиками. Поздовжній дренаж проектується на ділянках з ухилом проїзної частини менше 30 ‰ з ухилом, що відповідає ухилу лотків, але не менше 4 ‰.

Мінімальний діаметр труб приймають 200 мм. Для прийому води в трубах роблять отвори діаметром 8–12 мм.

#### 4.4 Проектування і розрахунок дренажних систем

Проект дренажної системи включає план території з ситуацією і розташуванням дрен, колекторів та інших споруд системи; поздовжні профілі дрен і колекторів мережі; конструктивні креслення елементів мережі (дрен, колекторів, колодязів, випусків та ін.); будівельні креслення споруд (насосних станцій); розрахункові схеми і розрахунково-пояснювальну записку.

**Гідрологічний розрахунок** дренажів включає визначення дебіту дренажу і положення зниженого рівня ґрунтових вод (РГВ) (кривої депресії).

Витрати води знаходять за формулою Дарсі:

$$Q = \omega k i, \quad (4.1)$$

де  $Q$  – витрати води, м<sup>3</sup>/добу;

$\omega$  – поперечний переріз водоносного шару, м<sup>2</sup>;

$k$  – коефіцієнт фільтрації, м/добу;

$i$  – гідравлічний градієнт (гідравлічний ухил).

#### **Розрахунок систематичного дренажу досконалого типу**

Відстань між окремими дренами-осушувачами для дренажу досконалого типу визначають за формулою Роте:

$$L = 2(H - S) \sqrt{\frac{k}{p}}, \quad (4.2)$$

де  $L$  – відстань між дренами-осушувачами, м;

$H$  – висота незниженого рівня підземних вод, м;

$S$  – необхідне зниження рівня підземних вод, м;

$k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту, м/добу;

$p$  – коефіцієнт інфільтрації опадів у ґрунт, м/добу.

Величину найвищої точки кривої депресії розраховують із залежності:

$$y_{max} = H - S, \quad (4.3)$$

чи

$$y_{max} = \sqrt{\frac{p}{k} \left( \frac{L}{2} \right)^2 + h^2}, \quad (4.4)$$

де  $h$  – глибина води у дрени (трубі), що приймають рівною половині діаметра, м.

#### **Розрахунок систематичного дренажу недосконалого типу**

Величину найвищої точки кривої депресії знаходять за формулою А. М. Костякова:

$$y_{max} = \left( \frac{p}{\pi k} \right) L \ln \left( \frac{L}{d} \right), \quad (4.5)$$

де  $d$  – діаметр дрени (при наявності фільтруючої обсіпки виміряють її ширину), м.

Відстань між сусідніми дренами недосконалого дренажу визначають за формулою С. Ф. Авер'янова:

$$L = T \sqrt{\frac{8ky_{max}}{pT} \left( 1 + \frac{y_{max}}{2T} \right) + B^2 - B}, \quad (4.6)$$

де  $T$  – відстань від центра дрени до водоупору, м.

Величину  $B$  розраховують із залежності:

$$B = 2,94 \lg \frac{I}{\sin \frac{\pi r}{T}}, \quad (4.7)$$

де  $r$  – радіус дрени, м.

#### **Розрахунок пристінкового дренажу**

Розрахунок пристінкового дренажу полягає у визначенні притоку води і побудові кривої депресії убік від дренажу.

Сумарний приток води до пристінкового дренажу при його роботі в безнапірних умовах визначають так:



$$Q = \pi k \frac{H^2}{\ln R - \ln r_0}, \quad (4.8)$$

де  $H$  – потужність водоносного шару, м;

$R$  – радіус кривої депресії, вважаючи від центру дренажу, м;

$r_0$  – радіус рівновеликого кола «великого колодязя», м, знаходять із залежності:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (4.9)$$

де  $F$  – площа ділянки, на якій знижують  $PGB$ , м.

Крива депресії убік від дренажу може бути побудована з рівняння:

$$h = T + h \sqrt{1 - \frac{\ln \frac{R}{x}}{\ln \frac{R}{r_0}}}, \quad (4.10)$$

де  $T$  – відстань від основи дренажу до водоупору, м;

$h$  – зниження рівня води при роботі дренажу, м.

#### ***Розрахунок вертикального дренажу досконалого типу***

Дебіт однієї шпари визначають за формулою:

$$Q = \frac{\pi k (2H - S) S}{\ln \frac{R^n}{n r_0^{n-1} r_u}}, \quad (4.11)$$

чи

$$Q = \frac{\pi k r (H - S) S}{\ln R - \ln r_0}, \quad (4.12)$$

де  $k$  – коефіцієнт фільтрації, м/добу;

$r_0$  – радіус «великого колодязя», м;

$r_c$  – радіус шпари, м;

$H$  – потужність водоносного шару, м;

$S$  – величина водозниження у шпарі, м;

$R$  – далекість дії дренажної шпари, м.

Максимальне водозниження для точки, що знаходиться у центрі ділянки водозниження:

$$y_{max} = \sqrt{H^2 - \left[ \frac{Q n \ln \left( \frac{R}{r_0} \right)}{\pi K} \right]}, \quad (4.13)$$

Значення радіуса великого колодязя визначають за формулою:

$$r_0 = \sqrt[n]{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n}, \quad (4.14)$$

де  $x_1, x_2 \dots x_n$  – відстань від водознижуючих шпар до точки, де визначається водозниження.

Більш простою є формула:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (4.15)$$

де  $F$  – площа у межах контуру,  $\text{м}^2$ .

Для прямокутного контуру значення радіуса можна визначати за формулою:

$$r_0 = \frac{p}{2\pi}, \quad (4.16)$$

де  $p$  – довжина периметру прямокутного контуру,  $\text{м}$ .

Далекість дії дренажної шпари знаходять за формулою І. П. Кусакіна:

$$R = 2S\sqrt{kH}. \quad (4.17)$$

**Гідравлічний розрахунок** дренажів полягає у визначенні перерізів водопровідних систем, наповненні їх водою і швидкості течії в них води.

**Швидкість течії води** у дренажах при повному наповненні труби знаходять за формулою:

$$V = C\sqrt{Ri}, \quad (4.18)$$

чи

$$V = \frac{C}{2}\sqrt{di}, \quad (4.19)$$

де  $R$  – гідравлічний радіус,  $\text{м}$ ;

$i$  – гідравлічний ухил на трасі дренажу;

$d$  – діаметр труб,  $\text{м}$ ;

$C$  – коефіцієнт Шезі, приймають із залежності:

$$C = \frac{70}{1 + \frac{2n}{\sqrt{d}}}, \quad (4.20)$$

де  $n$  – коефіцієнт шорсткості внутрішньої поверхні труби.

При неповному заповненні труб значення коефіцієнта  $C$  може бути прийнято за формулою:

$$C = \frac{70}{1 + \frac{n}{\sqrt{d}}}. \quad (4.21)$$

**Значення ухилу**, що відповідає мінімально чи максимально допустимим швидкостям у відкритих дренажах:

$$i = \frac{V^2}{C^2 R}, \quad (4.22)$$

у трубчастих дренажах

$$i = \frac{4V^2}{C^2 d}. \quad (4.23)$$

Пропускна здатність дрен:

$$Q = \omega V, \text{ л/с}, \quad (4.24)$$

де  $\omega$  – площа живого перерізу дренажу,  $\text{м}^2$ .

*Питання для самоконтролю*

1. *Що собою представляють дренажі?*
2. *Які види дренажів Ви знаєте?*
3. *Як розміщують у плані і профілі дренажні мережі?*
4. *Основні принципи гідрологічного розрахунку дренажних систем.*
5. *Основні принципи гідравлічного розрахунку дренажних систем.*
6. *Як розраховують систематичний дренаж досконалого типу?*
7. *Як розраховують систематичний дренаж недосконалого типу?*
8. *Як розраховують пристінковий дренаж?*
9. *Як розраховують вертикальний дренаж досконалого типу?*

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

### ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЙ, РОЗТАШОВАНИХ У ВАЖКИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

#### ТЕМА 5 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЙ, СКЛАДЕНИХ ПРОСАДНИМИ ҐРУНТАМИ

##### 5.1 Осідання і просадні явища

Крім карстів широко відомі просадні явища в лесових ґрунтах. При замочуванні цих ґрунтів утворюються зони осідання з характерними тріщинами.

*Під терміном «осідання» слід розуміти процес осідання від одного лише промочування, без зовнішнього навантаження.*

##### 5.2 Заходи боротьби з осіданнями

Одним з основних заходів боротьби з осіданнями є організація стоку поверхневих вод з території просадних ґрунтів. Крім цього застосовують:

- поверхнєве чи глибинне механічне ущільнення ґрунту;
- укріплення та ущільнення просадного ґрунту способом попереднього замочування;
- заміну просадних ґрунтів ущільненою ґрунтовою подушкою;
- ущільнення ґрунту піщаними палями;
- силікатизацію ґрунту способом його обробки розчином рідкого скла і електросилікатизацію постійним струмом;
- термічний випал ґрунту;
- глинізацію та інші.

##### 5.3 Боротьба з пливунами

***Пливунами** називають водонасичені пухкі породи, зазвичай піски, які при розтині різними гірничими виробками розріджується, приходять в рух і поведуться подібно важкої в'язкої рідини. Висихання пливуна переводить його в зв'язну, досить тверду, світлішу, ніж спочатку, породу, яка ламається, кришиться і насилу розтирається руками.*

Пливуни поділяють на **несправжні (псевдопливуни)** і **справжні**.

**Несправжні** пливуни – це породи, які не мають структурних зв'язків у вигляді різних пісків.

**Справжні** пливуни – це породи з коагуляційними або змішаними зв'язками у вигляді глинистих пісків, а також супесей, суглинків.

Застосовують наступні **способи боротьби з пливунами**:

а) штучне осушення пливунів:

- зниження рівня підземних вод за допомогою відкачування води зі све-

- рдловини;
- установка забивних фільтрів;
- установка голкофільтрів;
- електроосмос;
- заморожування;
- силікатизація;
- віброущільнення;
- б) закріплення охоронних зон, де недопустимі земляні роботи;
- в) прорізка пливунів;
- г) підсипка;
- д) улаштування гравелістких подушок;
- е) улаштування шпунтової огорожі;
- ж) улаштування пальових основ.

#### 5.4 Розрахунок стійкості насипу на слабкій основі

Якісну оцінку осідання визначають за показником ущільнення:

$$k = \frac{W_m \gamma_{\text{nut}}}{100\varepsilon}, \quad (5.1)$$

де  $k$  – показник ущільнення;

$W_m$  – межа текучості, %;

$\gamma_{\text{nut}}$  – питома вага ґрунту;

$\varepsilon$  – коефіцієнт пористості при постійній вологості.

Коефіцієнт стійкості підстилаючого ґрунту проти випирання визначають за формулою:

$$K = \frac{p}{q}, \quad (5.2)$$

де  $p$  – гранично допустимий тиск на слабкий ґрунт;

$q$  – питомий тиск насипу на слабкий ґрунт, кг/см<sup>2</sup>.

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.

#### *Питання для самоконтролю*

1. Що означає термін «осідання»?
2. В яких ґрунтах виникає осідання?
3. Заходи боротьби з осіданнями.
4. Що таке пливуні?
5. Класифікація пливунів.
6. Заходи боротьби з пливунами.
7. Як розраховується стійкість насипу на слабкій основі?

## ТЕМА 6 РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ МІСТОБУДУВАННЯ

### 6.1 Загальні відомості про рекультивацію порушених земель

Основні терміни та визначення у сфері рекультивації земель:

– **порушені землі** – землі, що втратили первісну господарську цінність у зв'язку з їх порушенням, і є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище;

– **рекультивація земель** – комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та народногосподарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища відповідно до інтересів суспільства;

– **відкрита розробка** – спосіб видобутку корисних копалин, при якому процеси виїмки розкривних порід і корисної копалини здійснюються у відкритих просторах на земній поверхні;

– **підземна розробка** – спосіб видобутку корисних копалин, при якому розриття, підготовка родовищ і виїмка корисних копалин здійснюються під землею;

– **техногенний ландшафт** – антропогенний ландшафт, особливість формування та структура якого обумовлені промисловою діяльністю;

– **техногенний рельєф** – рельєф, створений в результаті промислової діяльності людини;

– **напрямок рекультивації земель** – певне цільове використання порушених земель у народному господарстві;

– **об'єкт рекультивації земель** – порушена земельна ділянка, що підлягає рекультивації;

– **кар'єрна виїмка** – сукупність гірських виробок, утворених у результаті відкритого видобутку твердих корисних копалин з внутрішніми відвалами або без них;

– **відвал** – штучний насип з відвальних ґрунтів або некондиційних корисних копалин, промислових, комунально-побутових відходів;

– **шахтний відвал** – відвал, утворений у результаті відсипання порожніх гірських порід, видобутих при підземній розробці;

– **мульда осідання** – деформована земна поверхня, утворена внаслідок зрушення гірських порід після підземної розробки корисних копалин;

– **прогин** – прогнута ділянка земної поверхні, утворена в результаті її опускання без розриву суцільності, обумовленого впливом підземних гірничих виробок або ущільненням насипних порід у відвалах;

– **провал** – западина, утворена при розробці корисних копалин у результаті опускання земної поверхні з розривом суцільності порід.

## 6.2 Класифікація порушених територій

Порушені землі *за напрямками рекультивації* класифікують:

- землі сільськогосподарського напрямку рекультивації;
- землі лісогосподарського напрямку рекультивації;
- землі водогосподарського спрямування рекультивації;
- землі рекреаційного напрямку рекультивації;
- землі природоохоронного і санітарно-гігієнічного напрямків рекультивації;
- землі будівельного напрямку рекультивації.

Порушені землі *за техногенним рельєфом для рекультивації* класифікують:

- а) землі, порушені при відкритих гірничих роботах:
  - виїмки кар'єрні;
  - відвали внутрішні;
  - відвали зовнішні.
- б) землі, порушені при підземних гірничих роботах:
  - провали;
  - прогини;
  - відвали.
- в) землі, порушені при складуванні промислових, будівельних і комунально-побутових відходів:
  - відвали.
- г) землі, порушені при будівництві лінійних споруд:
  - виїмки земляні;
  - насипи земляні;
  - виїмки кар'єрні й земляні;
  - відвали й насипи земляні.

## 6.3 Склад основних інженерних заходів з рекультивації порушених територій

Рекультивація порушених земель повинна здійснюватись у два послідовних етапи: *технічний* і *біологічний*.

При проведенні *технічного етапу рекультивації* залежно від напрямку рекультивованих земель мають бути виконані основні роботи:

- грубе і чисте планування поверхні відвалів, засипка нагірніх, водопідвідних, водовідвідних каналів;
- надання укосу пологого схилу або терасування укосів;
- засипка й планування шахтних провалів;
- звільнення рекультивованої поверхні від великогабаритних уламків порід, виробничих конструкцій і будівельного сміття з подальшим їх похованням або організованим складуванням;

- будівництво під'їзних шляхів до рекультивованих ділянок, побудова в'їздів і доріг на них з урахуванням проходу сільськогосподарської, лісгосподарської та іншої техніки;
- побудова, при необхідності, дренажної, водовідвідної, зрошувальної мережі та інших гідротехнічних споруд;
- облаштування дна і бортів кар'єрів, оформлення залишкових траншей, укріплення укосів;
- ліквідація або використання гребель, дамб, насипів, засипання техногенних озер і проток, благоустрій русел річок;
- створення та поліпшення структури рекультивованого шару, меліорація токсичних порід і забруднених ґрунтів, якщо неможлива їх засипка шаром потенційно родючих порід;
- створення, при необхідності, екрануючого шару;
- покриття поверхні потенційно родючими і (або) родючими шарами ґрунту;
- протиерозійна організація території.

При проведенні **біологічного етапу рекультивації** повинні бути враховані вимоги до рекультивації земель за напрямками їх використання. Біологічний етап повинен здійснюватись після повного завершення технічного етапу. Земельні ділянки в період здійснення біологічної рекультивації в сільськогосподарських і лісгосподарських цілях мають проходити стадію меліоративної підготовки.

## 6.4 Об'єкти рекультивації та особливості їх містобудівельного освоєння

Містобудівне використання територій передбачає *розміщення житлового, культурно-побутового і промислового будівництва, облаштування водоймищ, садів і парків*. У приміській зоні відновлені території використовують для *організації місць відпочинку або сільськогосподарських угідь*.

**Шахтні відвали** ліквідують повністю або частково, якщо вони потрапляють в зону забудови і є перешкодою для подальшого будівництва. Повна розробка териконів виправдовує себе тоді, коли породи, що їх складають, можуть бути використані як сировина для виробництва будівельних матеріалів або вертикального планування і засипки місцевих знижень – провалів.

**Відвали розкритих порід** зазвичай розрівнюють або зрізають до певного рівня, позначку якого призначають з урахуванням подальшого містобудівного використання території. Вилучений ґрунт використовують для підвищення позначок прилеглої території або в якості резерву для вертикального планування прилеглих ділянок.

**Схили відвалів** планують, приймаючи ухили менше кута внутрішнього тертя порід і укріплюють, засаджуючи травами, кущами й деревами.

**Кар'єри** можуть бути повністю засипані до рівня земної поверхні, якщо вони розташовані серед міської забудови, де передбачають улаштування зелених зон або зведення будівель. Для засипки використовують ґрунт, який розро-



бляють в котлованах фундаментів, або відходи промислових виробництв. Будинки зводять тільки після завершення процесу стабілізації земної поверхні.

У *незасипаних кар'єрах* влаштовують водойми, які виконують різні функції: декоративні, регулюючі та ін. При використанні кар'єрів для створення ставків попередньо зменшують крутизну їхніх укосів. При цьому враховують, що для експлуатації водойми бажано виключити фільтрацію води у водопроникні породи та її прорив у робочі простори колишніх шахт, тому в слабких ґрунтах чашу водойми вистилають водонепроникним екраном.

Кар'єрний простір використовують не тільки для водойм і зелених зон, але й розміщення транспортних споруд гаражів, тунелів, а на лінійних виїмках – для ділянок транспортних магістралей.

**Провали**, розташовані на території ліквідованих шахт, можуть бути засипані породою териконів або порожньою шахтною породою, яка видається на поверхню з діючих ділянок.

При розміщенні відновлюваної ділянки з провалами в межах міської забудови передбачають повну їх засипку до позначок земної поверхні. Часткову засипку роблять тоді, коли рівень планування не пов'язаний з позначками закладення фундаментів і входами в будівлю.

## **6.5 Практика реалізації проектів відновлення порушених територій для містобудування**

Найбільш перспективним на сучасному етапі є *озеленення відвалів* і використання територій, що зайняті породними відвалами, під об'єкти, які не потребують високих капітальних витрат: *гаражі, оглядові майданчики, спортивні споруди відкритого типу, склади різного призначення, рекреаційні зони*.

У практиці містобудівного освоєння техногенних територій промислових підприємств України є багато прикладів ефективного проведення інженерної підготовки порушених територій і зведення об'єктів будівництва безпосередньо на відвалах промислових відходів (будівельний напрямок рекультивациі).

У Донецьку є досвід зведення на спланованій шахтній породі двох дев'ятиповерхових житлових будинків, а також баштової градирні на металургійному заводі. При реконструкції шахти ім. Ілліча в м. Стаханові (Луганська область) будівлю вентиляторної установки зведено також на відвальних породах рекультивованого терикону. Ще один з прикладів – утилізація 30-метрового терикону на межі міст Донецька й Макіївки – у 2013 році трохи більше місяця знадобилося, щоб зрівняти з землею 900 тис. тонн породи і потім побудувати на цьому місці сучасний гіпермаркет.

Цікаві пропозиції щодо будівництва на шахтних відвалах екологічно чистих джерел електроенергії – вітроелектростанцій. Проект використання териконів як майданчиків для добування вітрової енергії був розроблений в Українському інституті гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи НАН України в Донецьку. Розробка таких електростанцій досить-таки ефективна, тому що їх основні конструктивні елементи можуть бути зроблені з полімерних

матеріалів, легших і надійних у експлуатації. Те, що вітрогенератори розташовані на височині, збільшує їх продуктивність у кілька разів порівняно з їх аналогами на рівнинах.

Одним із зарубіжних прикладів рекультивації виробничих територій є ландшафтний парк Duisburg-Nord – колишній індустріальний комплекс, що знаходиться в м. Дуйсбурзі, Німеччина. Цікавий він в першу чергу тим, що завдання трансформації промзони і рекультивації території як наземних, так і підземних об'єктів було вирішене без суттєвого порушення промислового ландшафту.

Ще одним реалізованим проектом з рекультивації територій та реновації промислових будівель є культурно-розважальний центр, розташований на колишній шахті Цольферайн (м. Ессен, Німеччина, федеральна земля Північний Рейн-Вестфалія). Сама шахта була закрита в 1986 році як економічно не перспективна. Але споруди на території шахти та збагачувальної фабрики збереглися в первозданному вигляді й перетворилися в культурний і творчий центр Ессена.

Окремої згадки заслуговують проекти перетворення шахт і териконів у новий міський простір. Це проекти: Eden (Великобританія, 2001 р.); кар'єр, перетворений в готель, Au Dawang Mountain Resort (провінція Чаньша, КНР, 2013 р.).

Проект реновації промислової території в Люксембурзі, місто Esch. Поступово місто реорганізує ці території в житлові або громадські райони. При дослідженні існуючих будівель з'ясувалося, що зберегти можна тільки меншу частину з них. Вся територія – є штучно вирівняний рельєф зі складною системою фундаментів, які вирішили залишити, тому що в іншому випадку це потребує великих витрат.

### *Питання для самоконтролю*

- 1. Дайте поняття рекультивації порушених земель.*
- 2. Що таке відкрита і підземна розробка корисних копалин?*
- 3. Що таке техногенний ландшафт і техногенний рельєф?*
- 4. Поясніть термін «кар'єрна виїмка».*
- 5. Поясніть термін «відвал».*
- 6. Чим відрізняється прогин земної поверхні від провалу?*
- 7. Як класифікують порушені території за напрямками рекультивації?*
- 8. Як класифікують порушені території при відкритих гірничих роботах?*
- 9. Як класифікують порушені території при підземних гірничих роботах?*
- 10. Як класифікують порушені території при будівництві лінійних споруд?*
- 11. Перерахуйте основні роботи технічного та біологічного етапів рекультивації.*
- 12. Назвіть основні вимоги до рекультивації земель при сільськогосподарському напрямку.*
- 13. Сформулюйте заходи щодо рекультивації земель при лісогосподарському напрямку.*

14. Назвіть основні вимоги до рекультивації земель при водогосподарському напрямку.
15. Основні заходи рекультивації земель при рекреаційному напрямку.
16. Назвіть основні вимоги при будівельному напрямку рекультивації.
17. Відновлення територій, порушених шахтними відвалами, для містобудування.
18. Напрямки рекультивації кар'єрів.
19. Містобудівне освоєння територій провалів і прогинів.
20. Зобразіть схеми містобудівного освоєння порушених територій.
21. Назвіть українські проекти містобудівного освоєння територій промислових відвалів.
22. Назвіть зарубіжні приклади рекультивації порушених територій.

## **ТЕМА 7 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ З ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ**

### **7.1 Планування та забудова підроблюваних територій**

У вугільних районах відпрацювання потужних, крутопадаючих вугільних пластів, що залягають близько від поверхні, викликає інтенсивний процес зрушення гірських порід, який призводить до руйнівних деформацій земної поверхні та розташованих на ній будівель і споруд.

Величина і характер вертикального зміщення поверхні визначаються: потужністю пласта корисної копалини; параметрами виїмкового простору; кутом зсуву гірських порід; ступенем заповнення виробки порожньою породою після завершення видобутку; геологічною структурою перекриваючих порід; швидкістю виїмки; способами виконання робіт.

Містобудівне використання підроблюваних територій залежить від способу видобутку корисних копалин, планувальної структури міста або системи населених місць, функціональних потреб у територіях, рівня розвитку інфраструктури.

Вибір майданчика для будівництва будівель і споруд має проводитись із урахуванням очікуваних деформацій земної поверхні й результатів техніко-економічного аналізу витрат на захисні заходи.

При зонуванні підроблюваних територій для містобудівного освоєння необхідно враховувати фактори природного і технологічного характеру, що впливають на збереження будівель і споруд.

Під забудову перш за все використовують території, під якими залягають непромислові корисні копалини або ж вироблені промислові корисні копалини і де процес деформації земної поверхні закінчився, а також території, де підробіток корисних копалин очікується після закінчення терміну амортизації об'єктів, що проектується. Не допускається будівництво будівель і споруд на підроблю-

ваних територіях, де за прогнозом можливе утворення провалів і зсувів або перевищення допустимих значень очікуваних деформацій земної поверхні.

На підроблюваних територіях у місцях виходів робочих і відпрацьованих пластів та тектонічних порушень, а також у районах зі старими гірничими виробками, пройденими на малих глибинах, будівництво будівель і споруд допускається лише при наявності відповідного висновку організацій, спеціалізованих у цій області.

Території, підроблювані виробками на глибинах, вище безпечних, можна забудовувати після закінчення процесу зрушення або після застосування заходів, що виключають можливість утворення провалів (замулення виробок через свердловини, закладка виробок породою). На цих горизонтах гірничі роботи мають проводитись із застосуванням гірничих і конструктивних заходів захисту.

## **7.2 Інженерні заходи при будівництві та експлуатації будівель і споруд на підроблюваних територіях**

До **заходів**, що забезпечують експлуатаційну придатність будівель і споруд, що зводяться на підроблюваних територіях, відносяться: вертикальне планування; раціональна орієнтація будівель і споруд щодо до проведення виробок, які передбачаються або існуючих; вибір оптимальних габаритів об'єктів будівництва; застосування будівельних і гірничо-технічних захисних засобів; використання раціональних конструкцій і ефективних будівельних матеріалів.

**Гірничі заходи захисту** – спеціальні системи розробки пластів і способи управління гірським тиском, що сприяють зменшенню величин деформацій поверхні або їх швидкостей.

**Конструктивні заходи захисту** – посилення конструкцій і вузлів для сприйняття додаткових зусиль у спорудах при підробці, а також зниження жорсткості конструкцій для зменшення додаткових зусиль у споруді; зниження додаткових силових впливів на споруди з боку основи; зменшення деформацій споруди способом підйому і виправлення споруди або її частини.

Будинки і споруди на територіях з гірничими виробками проектують за *жорсткими, податливими або комбінованими* конструктивними схемами.

Згідно жорсткої схеми проектують об'єкти порівняно невеликих розмірів у плані, а також об'єкти, в яких за умовами експлуатації не допускається взаємне зміщення конструкцій.

Згідно податливої схеми проектують об'єкти великих розмірів у плані, власна жорсткість яких незначна. Податливість будівель і споруд забезпечується улаштуванням швів ковзання, шарнірними з'єднаннями елементів рухомих опор, поділом будівель і споруд деформаційними швами на відсіки.

### *Питання для самоконтролю*

#### *1. Які типи підземних гірничих виробок ви знаєте?*

2. Від чого залежить величина і характер вертикального зсуву земної поверхні при підробці?
3. Привести схеми деформації земної поверхні та розташованих на ній будівель і споруд.
4. Вибір системи розселення у вугільних районах.
5. Назвіть категорії територій забудови за гірничо-геологічними умовами.
6. Перерахуйте фактори природного і технологічного характеру, що впливають на збереження будівель і споруд.
7. Які заходи слід передбачити при проектуванні будинків і споруд для будівництва на підроблюваних територіях?
8. У чому полягають конструктивні заходи захисту будівель і споруд від дії підробки?
9. Назвіть гірничі заходи захисту будівель і споруд від дії підробки.

## 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. посібник / 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 : учеб. пособие / Ю. И. Гайко, В. П. Воронин. – Киев : Учебно-методический кабинет высшего образования, 1992. – 112 с.
8. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. – Изд. 4-е, доп. / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – Москва : Стройиздат, 1974. – 156 с.
9. Евтушенко М. Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест / М. Г. Евтушенко. – Москва : Стройиздат, 1982. – 215 с.

*Навчальне видання*

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

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з 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)*

Відповідальний за випуск *О. В. Завальний*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. Е. Линник*

План 2016, поз. 42 М

---

Підп. до друку 08.06.2016. Формат 60x84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,5

Зам. № 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](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.