

Міністерство освіти і науки України  
Державний університет «Житомирська політехніка»

Неля ОСТАФІЙЧУК  
Сергій БАШИНСЬКИЙ  
Віктор ПІДВИСОЦЬКИЙ  
Юлія ПРИПОТЕНЬ  
Марина КОЛОДІЙ

# **ПРАКТИКУМ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

*Навчальний посібник*

Житомир  
2023

УДК 55:624.131.1. (075.8)

П69

*Рекомендовано до видання Вченою радою Державного університету «Житомирська політехніка»  
(протокол № 9 від 30 червня 2023 року)*

#### **Рецензенти:**

*Фролов О.О.* – професор кафедри геоінженерії Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», д.т.н., доц.;

*Швець В.В.* – завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, к.т.н, доц.;

*Шлапак В.О.* – в.о. завідувача кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка», к.т.н. доц.

#### **Остафійчук Н.**

П69 Практикум з інженерної геології: навчальний посібник / Н. Остафійчук, С. Башинський, В. Підвисоцький, Ю. Припотень, М. Колодій. Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 135 с.

ISBN

*Подані загальні відомості про мінерали, гірські породи, ґрунти, підземні води, геологічні й інженерно-геологічні процеси та інженерно-вишукувальні роботи. У викладі навчального матеріалу містяться теоретичні відомості та практичні рекомендації щодо визначення мінералів, гірських порід і властивостей ґрунтів та виконання розрахунково-графічних робіт з побудови інженерно-геологічних розрізів та гідрогеологічних карт. Розглянуто інженерний захист території від негативних природних та техногенних явищ, а також інженерно-геологічні дослідження під час проектування та будівництва деяких видів споруд. Навчальний посібник рекомендований для здобувачів вищої освіти спеціальностей 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та 184 «Гірництво».*

**УДК 55:624.131.1. (075.8)**

Навчальне видання

**ОСТАФІЙЧУК Неля**

**БАШИНСЬКИЙ Сергій**

**ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор**

**ПРИПОТЕНЬ Юлія**

**КОЛОДІЙ Марина**

### **ПРАКТИКУМ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

Навчальний посібник

Електронне видання

Комп'ютерний дизайн та верстка: Остафійчук Н., Башинський С.

Державний університет «Житомирська політехніка»

вул. Чуднівська 103, м. Житомир, 10005

ISBN

© Остафійчук Н., Башинський С., Підвисоцький В.,  
Припотень Ю., Колодій М., 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>1 МІНЕРАЛИ ЗЕМНОЇ КОРИ .....</b>	<b>6</b>
1.1 Класифікація мінералів .....	6
1.2 Фізичні властивості мінералів .....	8
1.3 Методика роботи з визначником мінералів .....	11
1.4 Опис найбільш поширених мінералів земної кори .....	12
1.5 Завдання.....	20
<b>2 ГІРСЬКІ ПОРОДИ .....</b>	<b>23</b>
2.1 Загальні відомості про гірські породи.....	23
2.2 Магматичні гірські породи.....	24
2.2.1 Хімічний та мінеральний склад магматичних порід .....	24
2.2.2 Опис магматичних гірських порід .....	26
2.3 Метаморфічні гірські породи.....	30
2.3.1 Класифікація та найважливіші особливості метаморфічних порід.....	30
2.3.2 Опис метаморфічних порід.....	31
2.4 Осадкові гірські породи .....	34
2.4.1 Утворення та класифікація осадових порід.....	34
2.4.2 Опис осадових гірських порід.....	37
2.5 Завдання.....	43
<b>3 ГІРСЬКІ ПОРОДИ ЯК ҐРУНТИ.....</b>	<b>46</b>
3.1 Фізичні властивості ґрунтів .....	46
3.2 Дослідження фізико-технічних властивостей ґрунтів .....	47
3.3 Визначення повного класифікаційного найменування ґрунтів .....	48
3.3.1 Визначення повного класифікаційного найменування скельних ґрунтів.....	49
3.3.2 Визначення повного класифікаційного найменування нескельних ґрунтів .....	50
3.4 Класифікація ґрунтів згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96 .....	54
3.5 Завдання.....	56
<b>4 ОСНОВИ ГЕОХРОНОЛОГІЇ. УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА ГЕОЛОГІЧНИХ КАРТАХ І РОЗРІЗАХ .....</b>	<b>58</b>
4.1 Вік гірських порід. Хроностратиграфічна шкала.....	58
4.2 Умовні позначення на геологічних картах і розрізах .....	62
4.3 Завдання.....	68
<b>5 ПОБУДОВА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ РОЗРІЗІВ І КОЛОНОК.....</b>	<b>73</b>
5.1 Загальні відомості про інженерно-геологічну документацію.....	73
5.2 Методика побудови геологічного розрізу за фрагментом геологічної карти.....	75
5.3 Методика побудови геологічного розрізу за даними бурових робіт .....	78

5.4	Побудова інженерно-геологічної колонки.....	80
5.5	Завдання.....	83
<b>6</b>	<b>ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ КАРТИ ТА ДИНАМІКА ПІДЗЕМНИХ ВОД .....</b>	<b>110</b>
6.1	Визначення швидкості та напрямку руху ґрунтових вод .....	110
6.2	Побудова карти гідроізогпс .....	112
6.3	Боротьба з підземними водами при зведенні та експлуатації споруд .....	115
6.4	Фізико-хімічні характеристики підземних вод.....	118
6.5	Завдання.....	119
<b>7</b>	<b>ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ТЕРИТОРІЙ .....</b>	<b>123</b>
7.1	Інженерно-геологічні процеси та явища .....	123
7.1.1	<i>Рух мас гірських порід на схилах рельєфу.....</i>	<i>123</i>
7.1.2	<i>Геологічна діяльність підземних вод.....</i>	<i>124</i>
7.1.3	<i>Просадні процеси.....</i>	<i>126</i>
7.2	Інженерно-геологічні вишукування .....	127
7.3	Завдання.....	132
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>135</b>

## ВСТУП

Інженерно-геологічні дослідження як частина інженерних вишукувань являють собою найважливіший етап будь-якого будівельного процесу, особливо це стосується споруд на складних ґрунтових умовах. Від повноти, продуманості програми інженерно-геологічних вишукувань і якості їх проведення залежить рівень достовірності вихідної інформації для проєктування, яка, відповідно, визначає ступінь обліку всіх особливостей майданчика будівництва під час проєктування, правильність вибору раціональних типів фундаментів і конструкцій споруди, ступінь безпеки технології її зведення, необхідність і обсяг проведення певних попереджувальних заходів, що в кінцевому підсумку, багато в чому визначає вартість і надійність функціонування об'єкта під час подальшої експлуатації.

Під час проєктування інженерних споруд необхідно насамперед обґрунтувати місце будівельного майданчика. Для цього необхідно вивчити геологічну будову, геоморфологію, гідрогеологічні умови, природні геологічні та інженерно-геологічні процеси, властивості гірських порід і прогноз їхніх змін під час будівництва та експлуатації споруд. На основі інженерно-геологічної зйомки складають інженерно-геологічні карти і розрізи, на яких відображають вік, склад і умови залягання гірських порід, потужність пластів і гідрологічні умови.

У зв'язку з цим під час вивчення курсу "Інженерна геологія" є необхідність в набутті основних уявлень про склад, будову, стан і властивості геологічного середовища, природних і техногенно спричинених геологічних процесів, що розвиваються в ньому; можливі зміни геологічного середовища під впливом будівництва та експлуатації споруд, що негативно впливають на геологічну обстановку забудованої території, методику та методи досліджень під час інженерно-геологічних вишукувань, а також зміст інженерно-геоекологічного обґрунтування проєктів у різних регіональних умовах з урахуванням прогнозованої зміни геологічного середовища.

Навички та вміння, отримані під час виконання практичних завдань, є основою для оцінки інженерно-геологічних умов території. Комплексний характер завдань дає змогу сформувати у здобувачів вищої освіти ставлення до геологічного середовища як до складної системи, елементи якої тісно взаємопов'язані, а всі процеси, що протікають у ній, взаємообумовлені. Важливою професійною навичкою, яка формується у здобувачів вищої освіти під час виконання практичних завдань, є вміння прогнозувати на тлі природних особливостей території зміни інженерно-геологічних умов, які пов'язані з господарською діяльністю. Знання закономірностей розвитку геологічного середовища дає можливість планомірно управляти процесами, що протікають у геологічному середовищі, та оптимально розв'язувати основні задачі дисциплін інженерно-геологічного циклу із забезпечення геоекологічної безпеки у зв'язку з планованою господарською діяльністю людини.

Навчальний посібник складено з метою надання здобувачам вищої освіти допомоги при вивченні вищенаведених питань, що становлять основу курсу інженерної геології стосовно проєктування будівель і споруд. Відомості, викладені в посібнику, можуть бути використані здобувачами вищої освіти й для самостійної роботи над матеріалом практичної частини навчальної дисципліни "Інженерна геологія"

# 1 МІНЕРАЛИ ЗЕМНОЇ КОРИ

*Навчальна мета:* надання здобувачам вищої освіти базових знань про фізичні властивості мінералів, їх класифікацію, опис і діагностику за зовнішніми ознаками.

## 1.1 Класифікація мінералів

*Мінералами* називають однорідні за своїм складом і будовою природні хімічні сполуки або елементи, що утворилися в результаті певних фізико-хімічних процесів у земній корі та на її поверхні.

Відомо, що у земній корі міститься понад 7 000 мінералів та їхніх різновидів. З усього різноманіття близько 100 мінералів трапляються досить часто і лише деякі з них мають широке поширення, складаючи гірські породи. Вони називаються головними або породотвірними, оскільки входять до складу тих чи інших гірських порід. Головні мінерали у складі певної гірської породи утворюють більш-менш постійні поєднання й обумовлюють основні властивості породи.

Мінерали, що входять до складу гірських порід у кількості більше ніж 1 %, називаються породотвірними.

Геологічна класифікація мінералів ґрунтується переважно на їхньому хімічному складі:

1) Самородні елементи – мінерали складаються виключно з одного хімічного елемента. У самородному вигляді в земній корі відомо близько 50 елементів, з яких 20 утворюють метали (С, Аu, Pt, Ag, Cu), інші належать до неметалів і напівметалів. Представники самородних елементів є типовими для метеоритів, деякі зустрічаються в реголіті на Місяці, а також у породах океанічного дна. Серед самородних напівметалів і металів найбільш поширені модифікації карбону – алмаз і графіт, а також сірки.

2) Сульфіди – сірчисті сполуки металів. За хімічним складом розрізняють прості сульфіди, в які входить один метал і так звані сульфосоли – солі відповідних сульфокислот. Найголовнішими є сполуки сірки з Pb, Zn, Hg, Cu, Fe, Co, Ni, Ag, Bi, Sb. У земній корі налічують понад 200 видів сульфідів, що становить близько 10 % числа усіх мінералів і 0,15 - 0,25 % маси земної кори. Найпоширенішими є два мінерали сульфіди заліза – пірит  $FeS_2$  і піротин  $FeS$ , на частку яких припадає  $3/4$  маси усіх мінералів групи.

3) Галоїди – солі галогеноводневих кислот: HF, HCl, HBr, HI. Найбільш поширеними в земній корі є хлориди Na, K, Mg, фториди Ca і Na-Al. Відомо близько 100 мінералів цього класу, вони становлять близько 0,5 % маси земної кори. У чистому стані галоїдні сполуки майже не трапляються, у зв'язку з чим колір їх різний. За хімічним складом вони бувають прості і складні, водні і безводні. Найбільш поширені мінерали підкласів хлоридів і фторидів.

4) Оксиди та гідроксиди – сполуки елементів з киснем. За хімічним складом вільні оксиди поділяють на прості ( $R_2O$ ,  $R_2O_3$ ,  $RO_2$ ) і складні, для яких характерні подвійні сполуки типу  $RO \times R_2O_3$ , та водні і безводні. Гідроксиди містять гідроксильні групи ( $OH^-$ ) або воду ( $H_2O$ ). Клас оксидів і гідроксидів об'єднує близько 200 мінералів: кварц  $SiO_2$ , опал  $SiO_2 \cdot nH_2O$ , гематит  $Fe_2O_3$ , лимоніт  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ , корунд  $Al_2O_3$  та ін. На частку цих мінералів припадає до 17 % усієї маси земної кори. Загальна маса одного лише кремнезему становить 12,6 % маси земної кори, а загальна маса оксидів і гідроксидів заліза – 3,9 %.

5) Карбонати – сполуки із солями вугільної кислоти. Відомо близько 80 видів карбонатів, маса яких у земній корі становить 1,7 %. Найпоширенішими є безводні прості карбонати кальцію (кальцит  $CaCO_3$ ), магнію (магнезит  $MgCO_3$ ), заліза (сидерит  $FeCO_3$ ). В земній корі також трапляються карбонати натрію, барію, стронцію, міді, свинцю і цинку.

6) Сульфати – сполуки із солями сірчаної кислоти (гіпс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , ангідрит  $CaSO_4$ ). Їх нараховується понад 260. Вони становлять біля 0,1% ваги земної кори. Мінерали цієї групи в більшості випадків гіпергенного походження – хімічні озерні і морські відклади, продукти окиснення сульфідів і сірки.

7) Фосфати – солі фосфатної, ортофосфатної кислот. Зустрічаються набагато рідше, ніж інші групи мінералів, серед них найбільш поширений апатит  $Ca_5[CO_3][PO_4]_3(F, Cl, OH, O)$ .

Фосфати і їх аналоги складають біля 0,75 % ваги земної кори (біля 350 мінералів), в основному мають гіпергенний генезис.

8) Силікати – солі кремнієвих і алюмо-кремнієвих кислот. Найпоширеніший і найрізноманітніший за числом представників підклас мінералів, до складу якого входить біля 800 видів. За розрахунками В.І. Вернадського, на частку силікатів припадає близько 85 % маси земної кори до глибини 16 км. До складу силікатів входить значна кількість хімічних елементів, головними з яких є O, Si, Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K. Найпоширенішими силікатами в природі є мінерали групи польових шпатів (ортоклаз  $K(AlSi_3O_8)$ , плагіоклази  $CaNa[AlSi_3O_8]$ ), а також піроксени (авгіт  $(Ca,Mg,Fe)_2[(Si,Al)_2O_6]$ ), амфіболи (рогова обманка  $(Na,K)Ca(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Al)_5[(OH,F)_2]$ ), слюди (біотит  $K(Mg,Fe^{2+})_3(Al,Fe^{3+})Si_3O_{10}(OH,F)_2$ , мусковіт  $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$ ), глинисті мінерали (каолініт  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ ), гідрослюди (глауконіт  $(K,Na)(Fe^{3+},Al,Mg)_2[(OH)_2(Si,Al)_4O_{10}]$ ). Силікати та алюмосилікати – важливі породотвірні мінерали. Вони входять до складу майже всіх гірських порід, є мінералами ґрунтів, формують різноманітні агрегати, трапляються як самостійні скупчення у вигляді мінеральних родовищ.

Характеристика найважливіших класів мінералів наведена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Геологічна класифікація мінералів та їх характерні властивості

<i>Класи</i>	<i>Найважливіші властивості</i>
Самородні елементи	Метали та неметали складаються з одного хімічного елементу.
Сірчисті сполуки	Металічний блиск, непрозорість; електропровідність, незначна твердість, велика густина, мають забарвлену риску.
Галоїдні сполуки	Мають солоний смак, скляний блиск, низьку твердість, розчиняються у воді. В чистому стані безбарвні, білі, прозорі, а домішки забарвлюють їх у зелений, синьо-зелений, жовтий, червоний кольори.
Оксиди та гідроксиди	Мають середню твердість, деякі притягуються магнітом.
Карбонати	Характерна здатність вступати в реакцію з соляною кислотою. Мають невелику твердість, скляний блиск.
Сульфати	Характерне світле забарвлення, невисока твердість, скляний блиск, хороша розчинність у воді.
Фосфати	Характеризуються скляним блиском, строкатим забарвленням, відсутністю спайності, крихкістю.
Силікати	1. Алюмосилікати K-Na- польові шпати (ортоклаз, мікроклін) мають скляний блиск й еталонну твердість 6. Na-Ca- польові шпати (плагіоклази) характерною є іризація. Фельдшпатити (нефелін) характерний жирний блиск на зламі. Слюди (біотит, мусковіт) мають лускувату будову, перламутровий блиск, низьку твердість.
	2. Метасилікати Піроксени (авгіт) переважно темно-зеленого кольору. Амфіболи (рогова обманка) мають скалковий злам.
	3. Ортосилікати (олівін) характерний оливковий колір
	4. Вторинні силікати (тальк) легко дряпається нігтем, жирний на дотик.
	5. Глинисті мінерали (каолініт, монтморилоніт, гідрослюда) при зволоженні стають пластичними.

Інженерно-геологічна класифікація мінералів враховує будову кристалічної ґратки та міцність мінералів:

1) Прості солі – мінерали класів карбонатів, сульфатів, галоїдів, для яких характерний іонний тип кристалічної решітки. Вони міцні в сухому стані, але розчиняються у воді. З мінералами цього класу пов'язані явища карсту та суфозії.

2) Первинні силікати – мінерали класу силікатів геологічної класифікації, що утворилися в надрах землі й характеризуються ковалентним типом зв'язку кристалічної ґратки. Мінерали цього класу міцні, нерозчинні у воді, але здатні до вивітрювання. Служать гарною основою для інженерних споруд.

3) Глинисті мінерали – породотвірні мінерали глинистих порід, суглинків, супісків. Їх виділяють з класу силікатів за наступними ознаками:

а) висока дисперсність – ступінь роздробленості, розмір частинок  $<0,001$  мм;

б) здатність до іонного обміну;

в) гідрофільність – здатність мінералів вміщати в себе воду і збільшуватися в об'ємі (набухання);

г) пластичність при зволоженні переходить у пластичну форму (каолінит, монтморилоніт, гідрослюда).

4) Органічна речовина – гумус і гумінові кислоти, які утворюються у верхній частині земної кори в результаті розкладання рослинності. Змінюють властивості гірських порід.

## 1.2 Фізичні властивості мінералів

Основна маса мінералів має кристалічну будову, яка впливає на їхню форму та механічні властивості.

Кожен мінерал має певні фізичні властивості. Найголовнішими з них є: зовнішня форма, оптичні характеристики (колір, прозорість, блиск), показники твердості, спайність, злам, густина.

*Форма мінералів* – одна з ознак, що визначається їхньою будовою і дає змогу розпізнавати багато з них, наприклад, галіт має кристали у формі куба (рис. 1.1.а), кальцит – у формі ромбоедра (рис. 1.1.б), кварц – шестигранних призм, що завершуються пірамідою (рис. 1.1.в). У природі мінерали можуть зустрічатися у вигляді поодиноких кристалів та їх зростків (друзи (рис. 1.1.г), щітки), а також мінеральних агрегатів (конкрецій, секрецій (рис. 1.1. г,д), зернистих, листоватих, пластинчастих). У разі повільності кристалізації речовини з розчинів утворюються натічні форми у вигляді бурульок – сталактити і сталагміти. Зовнішня форма мінералів різноманітна. У природі мінерали найчастіше набувають неправильних обрисів.

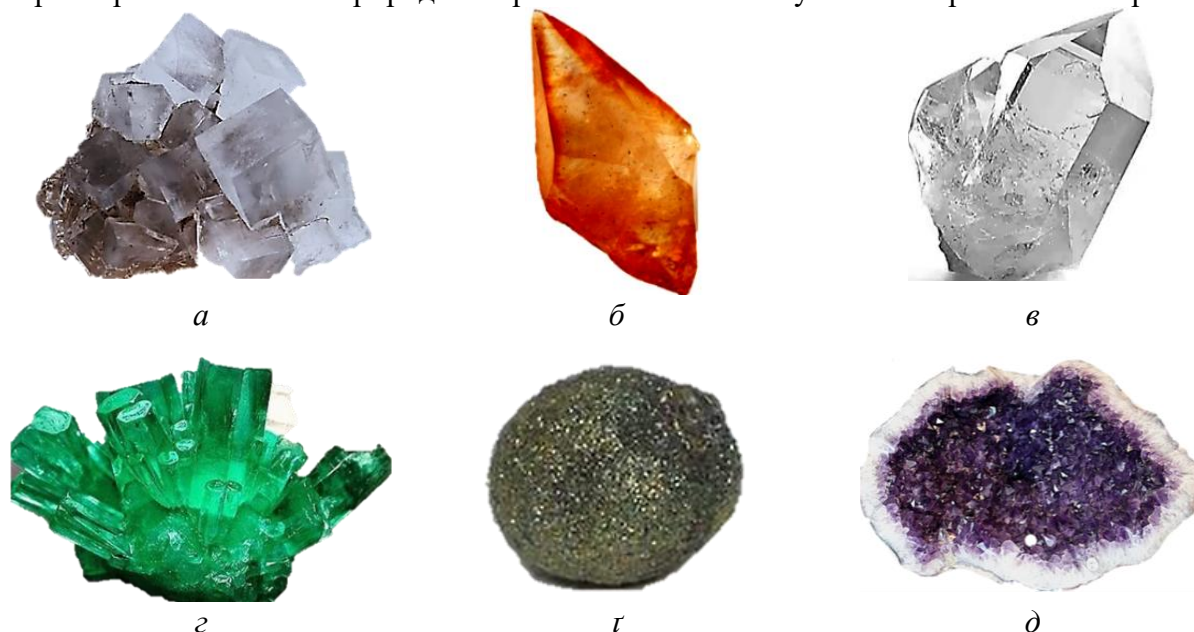


Рис. 1.1. Форми знаходження мінералів в природі:

а – кристал галіту; б – кристал кальциту; в – кристал кварцу;  
г – друза смарагду; г – конкреція піриту; д – секреція аметисту



*Твердість* – здатність мінералу протистояти зовнішньому механічному впливу (дряпанню). Абсолютна твердість вимірюється за допомогою спеціальних приладів – склерометрів. Відносна твердість мінералів визначається порівнянням з еталонами за допомогою шкали Мооса (табл. 1.2). Кожен наступний мінерал у цій шкалі має більш високу твердість, тому він залишає подряпину на попередньому.

Таблиця 1.2

*Шкала твердості (шкала Мооса)*

№ з/п	Мінерал-еталон	Відносна твердість	Абсолютна твердість, МПа	Спрощене випробування; характерні властивості
1	Тальк 	1	24	Легко дряпається нігтем; жирний на дотик
2	Гіпс 	2	369	Дряпається нігтем; розчиняється у воді
3	Кальцит 	3	1 090	Дряпається мідною монетою (м'яким металом); закипає під дією кислот
4	Флюорит 	4	1 890	Легко дряпається цвяхом; легко плавиться
5	Апатит 	5	5 360	Дряпається склом; утворює синьо-зелені кристали і землісті маси
6	Ортоклаз 	6	7 950	Дряпається сталевим ножом; характерний прямий кут між площинами спайності
7	Кварц 	7	11 200	Дряпає скло; найбільш поширений з твердих мінералів
8	Топаз 	8	14 270	Піддається обробці алмазом. Характерні кольори теплих відтінків: медовий, червонуватий, рідше – блакитний
9	Корунд 	9	20 600	Піддається обробці алмазом. Найтвердіший мінерал після алмазу
10	Алмаз 	10	100 600	Не дряпається нічим, обробляється виключно алмазом. Ріже скло; найтвердіший природний мінерал

Використовуючи шкалу Мооса, можна порівнювати мінерали. Для визначення відносної твердості мінералу на досліджуваному зразку вибирають невелику рівну поверхню і прокреслюють по ній гострим ребром еталонного мінералу.

За відсутності мінералів-еталонів шкали Мооса для визначення твердості часто використовують такі предмети, як грифель олівця (твердість 1), ніготь (твердість 2-2,5), монету (твердість 3-4), скло (твердість 5), сталевий ніж (твердість 6-7).

*Спайність* – здатність мінералу розколюватися при ударі по гладких площинах – площинах спайності. Ця властивість мінералів зумовлена їхньою внутрішньою будовою і відображає силу зчеплення між іонами в кристалічній решітці, що залежить від характеру зв'язку і відстані між ними.

У мінералів розрізняють наступні види спайності:

- вельми досконала – мінерал легко розщеплюється на тонкі пластинки з утворенням однієї площини спайності (слюди, гіпс);
- досконала – при легких ударах мінерал, розколюється й утворює три площини спайності і, як правило, дає правильні огранені форми (кальцит, галіт);
- середня – мінерал розколюється на уламки, на яких виявляються дві площини спайності (рогова обманка);
- недосконала – площини спайності виявляються насилу (апатит);
- вельми недосконала (відсутня), всі уламки мінералу неправильної форми (кварц).

*Колір* мінералів є однією з основних зовнішніх ознак. Мінерали можуть бути безбарвними, а також мати найрізноманітніше забарвлення всіляких відтінків. Забарвлення мінералів залежить від хімічного складу і домішок елементів – заліза, нікелю, міді, кобальту, хрому. Колір для багатьох мінералів строго постійний. За кольором мінерали умовно поділяють на світлі (кварц, польові шпати, гіпс, кальцит) і темні (амфіболи, піроксени).

*Колір риску* – це колір мінералу в порошок, який визначається тертям мінералу по шорсткій порцеляновій пластинці. Багато мінералів у порошок мають інший колір, ніж у шматку. Деякі мінерали дають характерну риску: пірит у шматку солом'яно-жовтий, а в порошок майже чорний; гематит – свинцево-чорний, а в порошок – криваво-червоний.

*Блиск* мінералів зумовлений відбиттям світла поверхнею мінералу і залежить від його показника заломлення. Мінерали можуть мати металічний блиск (рудні мінерали), металоподібний (блиск потьмянілої поверхні металу, наприклад, такий блиск характерний для графіту), скляний (кварц), жирний (нефелін), перламутровий (селеніт), шовковистий (малахіт), алмазний (більшість ювелірних каменів, наприклад, власне алмаз, рубін, смарагд), восковий (тальк), матовий (каолініт).

*Злам* на відміну від спайності не має правильних, орієнтованих, блискучих поверхонь. Під час розколювання або розламування утворюються такі види зламу: раковистий (група кварцу), східчастий (біотит), скалкуватий (рогова обманка), волокнистий (азбест), земляний (каолініт). Більшість мінералів при розколюванні утворюють нерівні поверхні, відповідно, такий злам – нерівний.

*Густина* це відношення маси мінералу до його об'єму. За густиною мінерали прийнято поділяти на 4 групи: легкі (густина мінералів до  $2,5 \text{ г/см}^3$ ); середні (густина від  $2,5$  до  $4 \text{ г/см}^3$ ); важкі (густина від  $4$  до  $8 \text{ г/см}^3$ ) і дуже важкі (густина мінералів більше  $8 \text{ г/см}^3$ ).

Більшість породотвірних мінералів мають густину від  $2,5$  до  $4,0 \text{ г/см}^3$ . Легкі мінерали менше поширені в земній корі (наприклад, графіт з густиною  $2,2 \text{ г/см}^3$ ). Важкими є більшість рудних мінералів, наприклад, гематит (залізна руда) має густину  $4,8-5,3 \text{ г/см}^3$ , а галеніт (свинцева руда) –  $7,5 \text{ г/см}^3$ . Дуже важкі мінерали це благородні метали (в золота густина коливається від  $15$  до  $18 \text{ г/см}^3$ ), а також кіновар (ртутна руда) з густиною  $8,1 \text{ г/см}^3$ .

Мінерали можуть мати низку особливих властивостей: магнітність (магнетит), смак (галіт – солоний), запах (при терті, ударі, горінні, наприклад, сірчані сполуки при терті мають характерний запах сірки, а самородна сірка при горінні має характерний запах сірководню), взаємодію з соляною кислотою (більшість мінералів групи карбонатів, наприклад, кальцит).

### 1.3 Методика роботи з визначником мінералів

Перш ніж знайти мінерал у визначнику (табл. 1.3), необхідно визначити та детально описати всі властивості зразка: твердість, блиск, колір, колір риски тощо. В основі визначення мінералу лежить властивість – твердість. Відповідно до твердості всі мінерали розбиваються на сім груп. У кожній групі мінерали поділяються за блиском на менші підгрупи, де кожен мінерал має певний порядковий номер, проти якого вказані найбільш характерні ознаки, що відрізняють цей мінерал від його сусідів по групі. Слід звернути увагу на те, що основні характеристики, за якими згруповані мінерали у визначнику – це твердість і блиск.

Таблиця 1.3

Визначник мінералів

Групи мінералів визначеної твердості		
Блиск	Колір, колір риски, особливі властивості	№ з/п мінералу в п. 1.4.
1	2	3
<b>Мінерали з твердістю до 2 включно</b>		
Металічний	Колір сталєво-сірий, риска темно-сіра, до чорної, легко дряпається нігтем, бруднить руки.	2
Скляний або шовковистий	Білий, сірий, риска біла, спайність вельми досконала, агрегати волокнисті, зернисті, пластинчасті.	20
Жирний	Блідо-зелений, білий, риска біла, мильний на дотик.	29
	Білий, риска біла, землистий.	32
	Колір жовтий, риска біла, крихкий.	1
<b>Мінерали з твердістю від 2 до 3 включно</b>		
Металічний	Колір свинцево-сірий, риска сірувато-чорна.	3
Скляний або перламутровий	Білий, сірий, риска біла, солоний на смак.	7
	Бурий до чорного, риска біла, розділяється на тонкі листочки.	26
	Світлий, риска біла, розділяється на тонкі листочки.	27
	Колір різний, риска біла, скипає від соляної кислоти.	16
	Світло- до темно-зеленого, риска блідо-зелена, слюдяноподібний.	30
Матовий	Зелений різних відтінків, риска зелена, зернистий.	33
<b>Мінерали з твердістю від 3 до 4 включно</b>		
Металічний	Золотисто-жовтий, риска зеленувато-сіра до чорної.	4
Скляний, жирний, шовковистий або перламутровий	Колір зелений, різних відтінків, риска біла або зеленувата, часто з волокнистими прожилками.	31
	Колір білий, сірий, жовтуватий, риска біла, скипає від соляної кислоти в порошок.	17
	Фіолетовий, зелений, синій, прозорий, риска біла.	6
	Білий, сірий, жовтий, риска біла, закипає в підігрітій соляній кислоті.	18
	Білий, сірий, блакитний, риска біла, зернистий, не скипає від соляної кислоти.	21
	Яскраво-зелений, риска зелена, скипає в соляній кислоті.	19
<b>Мінерали з твердістю від 4 до 5 включно</b>		
Напівметалічний, тьмяний	Темно-бурий, жовто-бурий, риска жовта до бурої.	13
Скляний, жирний	Колір різний, риска біла, спайність відсутня, розкладається в соляній кислоті, крихкий.	22

1	2	3
<b>Мінерали з твердістю понад 5 до 6 включно</b>		
Металевий, напівметалічний	Чорний, риска чорна, магнітний.	11
	Червоний, залізо-чорний, риска вишнево-червона, немагнітний.	12
	Залізо-чорний, риска чорна, слабомагнітний.	14
Жирний, шовковистий, тьмянний	Колір різний, блиск тьмянний на зламі, аморфний.	10
	Колір різний, риска біла, жирний на зламі.	28
	Колір зелений, темно-зелений, зеленувато-чорний, риска сіро-зелена, голчасто-промениста будова.	25
Скляний	Темно-зелений, темно-коричневий до чорного, риска світла, світло-зелена.	24
	Колір від сірого до чорного, на площині спайності проявляється іризація.	38
	Білий, сірий, безбарвний, риска біла, спайність досконала.	37
	Світло-рожевий до червоного, блакитний, іноді жовтуватий, риска біла, спайність під прямим кутом.	34, 35
	Світло-сірий, майже білий, риска біла, спайність досконала у двох напрямках.	36
<b>Мінерали з твердістю від 6 до 7 включно</b>		
Металічний	Золотисто-жовтий, риска зеленувато-чорна.	5
Жирний, матовий, скляний	Колір блакитно-сірий, жовтий, бурий, злам із гострими ріжучими крайками, риска відсутня, аморфний.	9
	Колір різний, злам раковистий, блиск жирний на зламі, скляний на гранях.	8
	Оливково-зелений, риска світла, розчиняється в концентрованій HCl з утворенням гелю SiO <sub>2</sub> .	23
<b>Мінерали з твердістю понад 7</b>		
Скляний	Колір сірий, риска відсутня.	15
	Колір блакитний, риска відсутня, спайність досконала.	39
	Колір світло-оливковий, риска і спайність відсутні.	40

Для того щоб якнайповніше скласти уявлення про властивості певного мінералу необхідно прочитати більш детальну характеристику в пункті 1.4. «Опис найбільш поширених мінералів земної кори». Тут мінерали розташовані під тими ж номерами, що й у таблиці-визначнику 1.3.

#### **1.4 Опис найбільш поширених мінералів земної кори**

Визначення невідомого мінералу слід починати з ретельного аналізу його фізичних властивостей за зовнішніми ознаками. При цьому використовуються порцелянова і скляна пластинка, шкала Мооса, розбавлена соляна кислота та інші підручні засоби. Після встановлення кольору, твердості та блиску досліджуваного зразка визначають його спайність, ризику, перевіряють реакцію з соляною кислотою, виявляють наявність магнітних та інших особливих властивостей. Опис проводять за наступним алгоритмом:

а) після встановлення кольору, ризику, твердості та блиску досліджуваного зразка визначають його спайність, злам, густину, прозорість, зазначають морфологію, перевіряють реакцію з соляною кислотою, виявляють наявність магнітних та інших особливих властивостей.

б) далі при описі мінералів зазначають їх генезис і роль у складі гірських порід.

в) в кінці опису необхідно зазначити народногосподарське значення мінералу.

*Клас «Самородні елементи»*

**1. Сірка S**

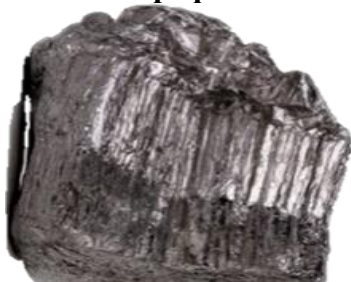


а) Колір жовтий різних відтінків. Риска біла до світло-жовтої. Твердість 1,5-2. Блиск жирний. Спайність відсутня. Злам землистий, напівпрозора. Густина 2,0-2,1 г/см<sup>3</sup>. Зустрічається як у кристалах, так і у вигляді землистих агрегатів. При терті видає своєрідний запах.

б) Утворюється з вулканічних газів на стінах кратерів вулканів, при розкладанні сірчистих сполук металів.

в) Використання: хімічна промисловість, піротехніка, вулканізація, медицина.

**2. Графіт С**



а) Колір сталевो-сірий до чорного. Риска темно-сіра до чорної. Твердість 1-2. Блиск металевий, жирний. Спайність вельми досконала в одному напрямку. Злам східчастий, непрозорий. Густина 2,2 г/см<sup>3</sup>. Зустрічається у вигляді лускатих, тонкозернистих, щільних і землистих мас.

б) Зустрічається в гнейсах, сланцях, а також в кислих, середніх і основних магматичних породах.

в) Використовується в гальванопластиці, для виробництва олівців і жаростійких тиглів.

*Клас «Сірчисті сполуки»*

**3. Галеніт PbS**



а) Колір сірий, свинцево-сірий. Риска сірувато-чорна до чорної. Твердість 2,5-3. Спайність досконала в трьох напрямках. Злам східчастий. Блиск сильний, металічний, непрозорий. Густина 7,5 г/см<sup>3</sup>. У більшості випадків кристали мають кубічну форму, частіше утворюються суцільні зернисті маси.

б) Зустрічається в рудних жилах, у контактах вапняків і доломітів з магматичними породами.

в) Руда для отримання свинцю.

**4 Халькопірит CuFeS<sub>2</sub>**

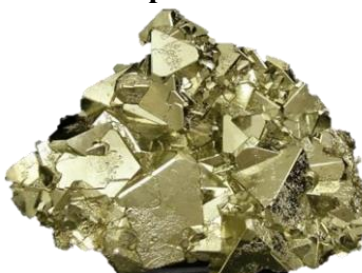


а) Колір жовтий, латунно-жовтий до золотисто-жовтого, на повітрі покривається строкатою мінливістю, іноді фіолетовою до чорної плівкою. Риска зеленувато-сіра до чорної. Твердість 3,5-4. Спайність відсутня. Злам нерівний, іноді раковистий. Блиск металічний, непрозорий. Густина 4,1-4,3 г/см<sup>3</sup>. Утворює суцільні маси, кристали рідкісні.

б) Зустрічається в рудних жилах, у контактах магматичних порід з вапняками, у магматичних породах, рідше в осадових.

в) Важлива мідна руда.

**5. Пірит FeS<sub>2</sub>**



а) Колір золотисто-жовтий, риска зеленувато-чорна. Твердість 6-6,5. Спайність відсутня. Злам нерівний, іноді раковистий. Блиск металічний, непрозорий. Густина 4,9-5,2 г/см<sup>3</sup>. Кристали найчастіше мають форму куба. Характерне штрихування на гранях кристалів. Поширений у вигляді суцільних мас зернистої або щільної будови.

б) Як окремі вкраплення входить до складу багатьох гірських порід: гранітів, сланців, пісковиків. Шкідлива домішка в будівельному камені.

в) Використовується для отримання сірчаної кислоти.



### 6. Флюорит $\text{CaF}_2$



*Клас «Галоїдні сполуки»*

а) Безбарвний або зеленого, фіолетового, синього, червоного кольорів. Риска біла. Твердість 4. Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний, від прозорого до непрозорого. Густина 3,1-3,2 г/см<sup>3</sup>. Зустрічається у вигляді кубічних кристалів, зростків, зернистих або щільних землистих мас.

б) Зустрічається в магматичних породах.

в) Застосовуються в металургії та для отримання плавикової кислоти.

### 7. Галіт $\text{NaCl}$



а) Колір білий, безбарвний. Риска біла. Твердість 2. Спайність досконала по кубу. Злам нерівний, раковистий. Блиск скляний, напівпрозорий. Густина 2,1-2,2 г/см<sup>3</sup>. Кристали мають форму куба, часто зустрічається у вигляді зернистих і щільних мас. Солоний на смак, крихкий. У воді легко розчиняється.

б) Утворює осадову породу тієї ж назви, у складі осадових порід погіршує їхні будівельні властивості.

в) Використовується в харчовій, хімічній, металургійній промисловості.

### 8. Кварц $\text{SiO}_2$



*Клас «Оксиди»*

а) Колір різний: сірий, молочно-білий, рожевий, безбарвний (гірський криштал), жовтий (цитрин), фіолетовий (аметист), коричневий (димчастий кварц), чорний (моріон). Риска відсутня. Твердість 7. Спайність недосконала. Злам раковистий. Блиск скляний, від прозорого до непрозорого. Густина 2,65 г/см<sup>3</sup>. Форма кристалів призматична з пірамідальним закінченням. Зустрічається у вигляді окремих кристалів, друз, зернистих і щільних мас. Володіє п'єзо- і піроефектом.

б) Один з найпоширеніших мінералів земної кори. Входить до складу магматичних, осадових і метаморфічних гірських порід.

в) Застосовується для виготовлення оптичних приладів, для отримання скла, порцеляни, вогнетривів, у ювелірній справі.

### 9. Халцедон $\text{SiO}_2$

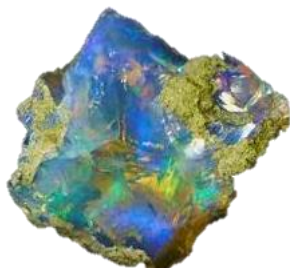


а) Колір різний: блакитно-сірий, синій, жовтий. Риска відсутня. Твердість 7. Спайність відсутня. Блиск матовий, непрозорий. Густина 2,6 г/см<sup>3</sup>. Аморфний, зустрічається у вигляді жовен. При ударі іскрить, видає запах паленої кістки.

б) Міститься в кременистих пісковиках.

в) Використовується в ювелірній справі, у точній механіці, у виробництві годинників.

### 10. Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



а) Колір білий, жовтий, сірий, синій. Риска біла. Твердість 5,5-6. Спайність недосконала. Злам раковистий. Блиск тьмянний, жирний. Напівпрозорий. Густина 2,2-2,3 г/см<sup>3</sup>. Аморфний, кристалів не утворює, часто зустрічається у вигляді щільних мас.

б) Зустрічається в осадових породах.

в) Благородний опал використовують як дорогоцінний камінь.

### 11. Магнетит $\text{Fe}_3\text{O}_4$



- а) Колір чорний, риска чорна. Твердість 5,5-6. Спайність недосконала. Злам нерівний. Блиск металічний. Непрозорий. Густина  $5 \text{ г/см}^3$ . Зустрічається у вигляді зернистих або щільних суцільних мас, зрідка у вигляді окремих кристалів призматичної форми. Дуже магнітний.
- б) Шкідлива домішка в гранітах, габро, лабрадоритах.
- в) Багата залізна руда.

### 12. Гематит $\text{Fe}_2\text{O}_3$



- а) Колір червоний, бурий, залізо-чорний, риска вишнево-червона. Твердість 5-6. Спайність відсутня. Блиск металічний, матовий. Непрозорий. Густина  $4,8-5,3 \text{ г/см}^3$ . Кристали у формі лусочок, табличок, утворює суцільні зернисті маси.
- б) Домішка в гранітах, сієнітах. В кварцитах разом з магнетитом формує багаті поклади залізних руд.

в) Цінна залізна руда, гематит-кравик – декоративний камінь.

### 13. Лімоніт $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



- а) Колір темно-бурий, жовто-бурий, іржаво-жовтий. Риска жовта до бурої. Твердість різна, але не більше 5. Спайність відсутня. Злам землистий. Блиск напівметалевий, Непрозорий. Густина  $3,5-4 \text{ г/см}^3$ . Аморфний, утворює натікання, суцільні маси, конкреції.
- б) Може бути цементом осадових порід.

в) Є важливою залізною рудою. Застосовується також як фарба (охра).

### 14. Ільменіт $\text{Fe}^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_3$



- а) Колір залізо-чорний. Риска чорна. Твердість 5,5. Спайність відсутня. Злам раковистий. Блиск напівметалевий. Непрозорий. Густина  $4,72 \text{ г/см}^3$ . Утворює вкраплені зерна неправильної форми або суцільні зернисті маси, рідше сплюснені табличчасті кристали.
- б) Утворюється на початковій стадії магматичної кристалізації як акцесорний мінерал у габроїдних породах.

в) Основна титанова руда. Застосовується для виробництва титанових білил ( $\text{TiO}_2$ ), як наповнювач при виготовленні пластмас і емалей, як заповнювач для важких бетонів.

### 15. Корунд $\text{Al}_2\text{O}_3$



- а) Колір різний: сірий, синій (сапфір), червоний (рубін). Риска відсутня. Твердість 9. Спайність відсутня. Злам нерівний. Блиск скляний. Від прозорого до непрозорого. Густина  $3,9-4,3 \text{ г/см}^3$ . Утворює поодинокі кристали у вигляді шестигранних діжок або пластинок.
- б) Зустрічається серед метаморфічних порід, у пегматитових жилах.

в) Використовується в приладобудуванні, як абразивний матеріал, у ювелірній справі.

### *Клас "Карбонати"*

### 16. Кальцит $\text{CaCO}_3$



- а) Колір білий, сірий, блакитний. Риска біла. Твердість 3. Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний. Іноді прозорий. Густина  $2,6-2,8 \text{ г/см}^3$ . Кристали ромбодричні, агрегати зернисті, щільні, волокнисті. Бурхливо скипає від  $\text{HCl}$ .
- б) Породотвірний мінерал осадових (вапняки, крейда, леси) і метаморфічних (мармури) порід. Надає воді карбонатну жорсткість.

в) Використовується в будівництві (вапно, цемент), у металургії, землеробстві, оптиці.

**17. Доломіт**  
**CaMgCO<sub>3</sub>**



а) Колір білий, сірий. Риска біла. Твердість 3,5-4,5. Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний, перламутровий. Непрозорий. Густина 2,8-2,9 г/см<sup>3</sup>. Утворює ромбодричні кристали, зернисті та щільні маси. Закипає від підігрітої соляної кислоти або в порошку.

б) Породотвірний мінерал осадових і метаморфічних порід.  
в) Використовується як флюс і будматеріал.

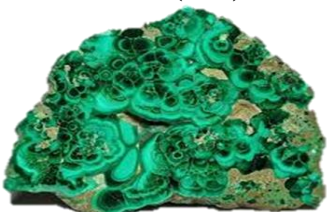
**18. Магнезит MgCO<sub>3</sub>**



а) Колір сірий, білий, жовтий. Риска біла. Твердість 4-4,5. Спайність у кристалічних різновидах досконала. Злам раковистий. Блиск скляний. Непрозорий. Густина 2,9-3,1 г/см<sup>3</sup>. Закипає у підігрітій соляній кислоті.

б) Утворюється при гідротермальних процесах у доломітах та вапняках, а також інфільтраційним способом.  
в) Використовують для виробництва спеціальної цегли.

**19. Малахіт**  
**Cu<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>**



а) Колір трав'янисто-зелений. Риска світло-зелена. Твердість 3,5-4. Спайність середня. Блиск жирний до шовковистого. Непрозорий. Густина 3,9-4,1 г/см<sup>3</sup>. Утворює кулясті, брунькоподібні агрегати, плівки і землісті маси. Закипає в розбавленій соляній кислоті.

б) У вигляді включень або примазок часто зустрічається в зонах окиснення мідних родовищ. Шляхом інфільтрації сумісно з азуритом накопичується у пісковиках.

в) Виробний камінь, руда для отримання міді.

*Клас «Сульфати»*

**20. Гіпс CaSO<sub>4</sub>·nH<sub>2</sub>O**



а) Колір білий, сірий, рожевий, іноді жовтуватий. Риска біла. Твердість 2. Спайність вельми досконала в одному напрямку. Злам східчастий. Блиск скляний, шовковистий, перламутровий. Густина 2,3 г/см<sup>3</sup>. Зустрічається у вигляді пластинчастих, листуватих, зернистих, волокнистих і щільних агрегатів.

б) Утворює осадову породу тієї ж назви.

в) Застосовується у виробництві в'язучих речовин, в архітектурі, медицині.

**21. Ангідрит CaSO<sub>4</sub>**



а) Колір сірий, блакитний. Риска біла. Твердість 3,5-4. Спайність досконала. Злам землістий. Прозорий і непрозорий. Блиск скляний. Густина 2,8-3,0 г/см<sup>3</sup>. Утворює таблитчасті або призматичні кристали, але частіше зустрічається у вигляді суцільних землістих мас.

б) Зустрічається в осадових породах.

в) Використовують у виробництві спеціального цементу.

*Клас «Фосфати»*

**22. Апатит Ca<sub>5</sub>[PO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>(F,Cl)**



а) Колір блакитний, зелений. Риска біла. Твердість 5. Блиск скляний. Іноді прозорий. Густина 3,1-3,2 г/см<sup>3</sup>. Утворює голчасті, таблитчасті кристали, зернисті й щільні агрегати. Розкладається в соляній кислоті. Крихкий.

б) У вигляді дрібних зерен присутній у багатьох вивержених, метаморфічних та осадових породах.

в) Сировина для виготовлення добрив.



*Клас «Силікати»*

**23. Олівін  $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$**



а) Оливково-зеленого кольору, риска світла. Твердість 6,5. Спайність відсутня. Злам нерівний. Блиск скляний. Непрозорий. Густина 3,3-3,9 г/см<sup>3</sup>. Утворює короткі стовпчасті кристали, а також зернисті і щільні агрегати.  
б) Породотвірний мінерал ультраосновних і основних магматичних порід. У процесі вивітрювання переходить в азбест, серпентин, тальк, хлорит. Поширений у метеоритах.

в) Олівінові породи застосовують для виготовлення вогнетривкої цегли.

**24. Авгіт**

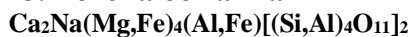


а) Колір темно-зелений до чорного. Риска світла. Твердість 5-6. Спайність відсутня. Злам раковистий. Блиск скляний. Непрозорий. Густина 3,3-3,5 г/см<sup>3</sup>. Кристали у вигляді восьмигранних призм і дрібних стовпчиків, у породах зустрічається у вигляді окремих кристалів або дрібних зерен.

б) Породотвірний мінерал магматичних і метаморфічних порід.

в) Поки що практичного застосування не має.

**25. Рогова обманка**



а) Колір зелений, темно-зелений, іноді коричневий, зеленувато-чорний. Риска зеленувата. Твердість 5,5-6. Спайність досконала. Злам скалковий. Густина 2,9-3,1 г/см<sup>3</sup>. Блиск шовковистий, скляний. Поодинокі голчасті кристали, у суцільних масах – голчато-променисті.

б) Складова частина магматичних і метаморфічних порід.

в) Практичного застосування не має.

**26. Біотит**

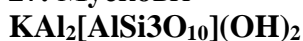


а) Колір бурий до чорного. Риска світла. Твердість 2,5-3. Спайність вельми досконала. Злам східчастий. Блиск скляний або перламутровий. Просвічується в тонких пластинах. Густина 2,8-3,4 г/см<sup>3</sup>. Утворює кристали у вигляді шестикутних табличок, але частіше зустрічається як листуватий або лускатий агрегат. При вивітрюванні колір стає бронзовим, а блиск металопоподібним.

б) Породотвірний мінерал магматичних і метаморфічних порід (граніт, слюдяні сланці).

в) Застосовується як електроізолятор.

**27. Мусковіт**



а) Світлий, із зеленуватим відтінком, Риска безбарвна. Твердість 2,5-3,0. Спайність вельми досконала. Злам східчастий. Блиск скляний до перламутрового. Густина 2,7-3,1 г/см<sup>3</sup>. Будова листувата, пластинчаста. Листочки прозорі, пружні.

б) Входить до складу магматичних, метаморфічних і осадових порід.

в) Застосовується в електро- і радіотехніці.

**28. Нефелін  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_4]$**



а) Колір білий із сіруватим, жовтуватим, зеленуватим відтінком. Риска біла. Твердість 5-6. Спайність недосконала. Блиск жирний. Густина 2,6 г/см<sup>3</sup>. Утворює призматичні кристали та зернисті агрегати.

б) Породотвірний мінерал лужних магматичних порід.

в) Застосовується в скляній, керамічній промисловості.

**29. Тальк  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$**



а) Колір білий, зеленуватий, блакитний. Риска біла. Твердість 1. Спайність вельми досконала. Злам східчастий, раковистий, нерівний. Блиск жирний, перламутровий. Густина 2,5-2,8 г/см<sup>3</sup>. Кристали листуваті або лускаті, утворюють дрібнозернисті агрегати. На дотик жирний, мильний.

б) Утворює талькові сланці.

в) Сировина для виробництва вогнетривких та ізоляційних

матеріалів, також використовують в паперовій, лакофарбовій, парфумерній і фармацевтичній промисловості

**30. Хлорит  
(Fe,Mg)<sub>5</sub>Al(OH)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>]**



а) Колір світло-зелений до темно-зеленого. Риска зелена. Твердість 2-3. Спайність вельми досконала. Злам східчастий. Блиск скляний до перламутрового. Непрозорий. Густина 2,7 г/см<sup>3</sup>. Кристали у вигляді лусочок, листочків. Іноді жирний на дотик.

б) Входить до складу хлоритових сланців.

в) При високому вмісті заліза використовують як залізну руду.

**31. Серпентин  
 $Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$**



а) Колір від жовтувато-зеленого до темно-зеленого. Риска зеленувата. Твердість 3-4. Спайність вельми досконала. Злам скалковий, раковистий. Блиск жирний, шовковистий. Непрозорий. Густина 2,5-2,7 г/см<sup>3</sup>. Кристали у вигляді волокон, пластинок, зерен, прихованокристалічні маси.

б) Утворює метаморфічну породу тієї ж назви.

в) Волокнисті різновиди (азбест) використовуються як вогнетривкий матеріал.

**32. Каолініт  $Al(OH)_3[Si_2O_5]$**



а) Колір білий, жовтуватий, сіруватий. Риска біла. Твердість 1. Спайність відсутня. Злам землистий. Блиск матовий, жирний. Непрозорий. Густина 2,2-2,6 г/см<sup>3</sup>. Кристали рідкісні, здебільшого утворює землісті маси.

б) породотвірний мінерал більшості глинистих порід.

в) Сировина для виготовлення гончарних, фаянсових і порцелянових виробів.

**33. Глауконіт  
 $K(Fe,Al,Mg)_3(OH)[AlSi_3O_{10}] \cdot nH_2O$**



а) Колір зелений, жовтий, бурий. Риска темно-зелена. Твердість 2. Спайність досконала. Злам зернистий. Блиск матовий. Густина 2,2-2,8 г/см<sup>3</sup>. Кристали рідкісні, частіше утворює зернисті агрегати.

б) Поширений у пісках, пісковиках, глинах, мергелях та вапняках усіх геологічних систем, забарвлюючи ці породи в зеленуватий колір.

в) Використовується як добриво.

**34. Ортоклаз  $K[AlSi_3O_8]$**



а) Колір світло-рожевий до червоного, іноді жовтуватий. Риска біла. Твердість 6. Спайність досконала. Блиск скляний, перламутровий. Густина 2,6 г/см<sup>3</sup>. Утворює пластинчасті кристали, зростки кристалів, щільні агрегати.

б) Породотвірний мінерал кислих і середніх магматичних порід, а також багатьох осадових та метаморфічних порід.

в) Використовується як керамічна сировина, добриво.

**35. Мікроклін  $K[AlSi_3O_8]$**



- а) Колір білий, сірий, зелений (амазоніт), рожевий. Риска біла. Твердість 6. Спайність досконала у двох напрямках під кутом, близьким до прямого. Блиск скляний, перламутровий. Непрозорий. Густина  $2,6 \text{ г/см}^3$ . Утворює пластинчасті кристали або суцільні маси.
- б) Породотвірний мінерал магматичних, осадових і метаморфічних порід.
- в) Використовується як керамічна сировина і добриво.

**36. Альбіт  $NaAl[Si_3O_8]$**



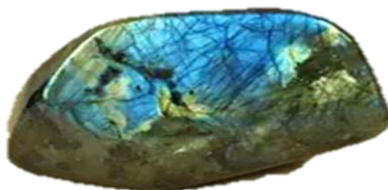
- а) Колір білий. Риска біла. Твердість 6. Спайність досконала. Блиск скляний до перламутрового. Непрозорий. Густина  $2,6 \text{ г/см}^3$ . Утворює пластинчасті, зернисті агрегати.
- б) Породотвірний мінерал магматичних порід.
- в) Сировина для скляної та керамічної промисловості. досконала.

**37. Анортит  $CaAl_2[Si_2O_8]$**



- а) Колір від сірувато-білого до сірого. Риска біла. Твердість 6. Спайність досконала. Злам нерівний. Блиск скляний, перламутровий. Непрозорий. Густина  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Утворює пластинчасті або зернисті агрегати.
- б) Входить до складу основних магматичних порід.
- в) Сировина для скляної промисловості.

**38. Лабрадор**  
 $30-50\%NaAlSi_3O_8+50-70\%CaAl_2Si_2O_8$



- в) Використовується як виробний матеріал.

- а) Ізоморфна суміш альбіту й анортиту. Колір від сірого до чорного. Риска біла. Твердість 6. Спайність досконала. Блиск скляний, перламутровий. Непрозорий. Густина  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Утворює табличчасті кристали. Часто присутня іризація в синіх, блакитних або зеленкуватих відтінках.
- б) Породотвірний мінерал основних магматичних порід (лабрадориту).

**39. Топаз  $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$**



- в) Застосовується в ювелірній справі.

- а) Колір блакитний, жовтуватий, світло-рожевий, безбарвний. Твердість 8. Риска відсутня. Спайність досконала. Злам раковистий. Блиск скляний. Від прозорого до непрозорого. Густина  $3,49-3,60 \text{ г/см}^3$ . Утворює призматичні кристали. При тривалій дії сонячних променів втрачає забарвлення.
- б) Типовий мінерал гранітних пегматитів і грейзенів.

**40. Берил  $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$**



- а) Колір оливково-зелений, трав'янисто-зелений (смарагд), блакитний (аквамарин), жовтий (геліодор), рожевий (морганіт). Риска відсутня. Твердість 7-8. Спайність недосконала. Блиск скляний. Від прозорого до непрозорого. Густина  $2,63-2,91 \text{ г/см}^3$ . Утворює кристали у вигляді стовпчастих гексагональних призм.
- б) Зустрічається у гранітних пегматитах, грейзенах і гідротермально-пневматолітових жилах.
- в) Ювелірний камінь, руда на берилій.



## 1.5 Завдання

**Завдання 1.1.** До якої групи згідно геологічної та інженерно-геологічної класифікації належать зазначені нижче мінерали (табл. 1.4)? Дайте їх характеристику, наведіть сфери застосування.

Таблиця 1.4.

Вихідні дані для виконання завдання 1.1

№ вар.	Мінерали	№ вар.	Мінерали
1	малахіт, мусковіт, галіт	11	хлорит, кварц, половий шпат
2	лабрадор, лімоніт, флюорит	12	плагіоклаз, опал, кальцит
3	каолініт, кварц, малахіт	13	топаз, флюорит, галеніт
4	ільменіт, кальцит, корунд	14	халцедон, пірит, рогова обманка
5	галеніт, гематит, доломіт,	15	слюда, сірка, кварц
6	галіт, графіт, глауконіт,	16	доломіт, ільменіт, тальк
7	берил, гіпс, біотит	17	ортотлаз, сірка, серпентин
8	анортит, халькопірит, сірка	18	олівін, кварц, кальцит
9	альбіт, апатит, топаз	19	нефелін, опал, графіт
10	авгіт, ангідрит, аметист	20	магнетит, магnezит, мікроклін

*Приклад відповіді.* графіт (С) належить до класу самородних елементів. Характеризується твердістю 1, сталевим-сірим до чорного кольором, металопоподібним жирним (іноді матовим) блиском, сірувато-чорною блискучою рисою, досконалою спайністю в одному напрямку, дрібнозернистим зломом. На дотик графіт жирний, бруднить руки, пише на папері, розтирається пальцями в чорний пил. Вогнетривкий та кислототривкий, проводить електричний струм. Широко застосовується для виготовлення електродів і нагрівальних елементів, щіток для електродвигунів, струмоприймачів для електротранспорту, підійомно-транспортних машин і потужних реостатів, сповільнювачів нейтронів ядерних реакторів (ядерний графіт), а в суміші з глиною – для виробництва вогнетривких тиглів та футеровочних плит. В суміші з мінеральною оливою його використовують як мастило для машин, що працюють при підвищених температурах. Також графіт використовується для отримання хімічно активних металів методом електролізу розплавлених сполук (зокрема, при отриманні алюмінію), для покращення антифрикційних властивостей багатьох полімерних матеріалів (фторопласт, поліаміди), які застосовуються як деталі вузлів тертя.

**Завдання 1.2.** Який генезис мінералів зазначених в таблиці 1.5? До складу яких гірських порід вони можуть входити? Наведіть приклади.

Таблиця 1.5.

Вихідні дані для виконання завдання 1.2

№ вар.	Мінерали	№ вар.	Мінерали
1	авгіт, ангідрит	11	лабрадор, лімоніт
2	альбіт, аметист	12	малахіт, мусковіт
3	анортит, апатит	13	магнетит, магnezит
4	берил, біотит	14	мікроклін, нефелін
5	галіт, графіт	15	олівін, ортотлаз
6	гіпс, галеніт	16	сірка, серпентин
7	глауконіт, гематит	17	пірит, рогова обманка
8	доломіт, ільменіт	18	тальк, топаз
9	кальцит, корунд	19	халцедон, халькопірит
10	каолініт, кварц	20	хлорит, флюорит

*Приклад відповіді.* альбіт (натрієвий плагіоклаз) належить до групи польових шпатів класу силікатів. Утворюється під час кристалізації кислої або середньої магми та в процесі гідротермальної метаморфізації силікатних і алюмосилікатних мінералів. Зустрічаються зернисті, цукроподібні та листуваті різновиди. Входить до складу низки магматичних (граніти, ліпарити, гранодіорити), осадових (піски, пісковики) і метаморфічних (гнейси) порід.

**Завдання 1.3.** До складу яких гірських порід входять перелічені мінерали як породотвірні (табл. 1.6)? Дайте порівняльну оцінку їхньої стійкості при вивітрюванні та розчиненні.

Таблиця 1.6.

Вихідні дані для виконання завдання 1.3

№ вар.	Мінерали	№ вар.	Мінерали
1	альбіт, галіт, нефелін	11	лімоніт, магнезит, альбіт
2	ангідрит, лабрадор, мікроклін	12	мікроклін, авгіт, кальцит
3	біотит, анортит, графіт	13	мусковіт, галіт, глауконіт
4	гематит, олівін, халцедон	15	нефелін, кальцит, гіпс
5	гіпс, авгіт, кальцит	16	олівін, кварц, анортит
6	глауконіт, мусковіт, рогова обманка	17	ортоклаз, кварц, серпентин
7	доломіт, кварц, тальк	14	рогова обманка, біотит, графіт
8	кальцит, хлорит, магнетит	18	серпентин, доломіт, магнетит
9	каолініт, мікроклін, олівін	19	тальк, авгіт, мусковіт
10	лабрадор, каолініт, гіпс	20	халцедон, ангідрит, гематит

*Приклад відповіді:* кварц головний породотвірний мінерал усіх генетичних груп гірських порід. Входить до складу низки магматичних (граніти, ліпарити, гранодіорити, пегматити), осадових (піски, пісковики, глини, опоки, конгломерати) і метаморфічних (кварцити, гнейси, грейзени) порід.

При вивітрюванні відносно стійкий, у воді нерозчинний.

**Завдання 1.4.** Які з наведених мінералів є головними породотвірними магматичних, осадових і обох класів гірських порід (табл. 1.7)? Наведіть приклади.

Таблиця 1.7.

Вихідні дані для виконання завдання 1.4

№ вар.	Мінерали	№ вар.	Мінерали
1	лабрадор, мусковіт, кальцит	11	авгіт, каолініт, ортоклаз
2	мікроклін, опал, авгіт	12	доломіт, альбіт, галіт
3	ортоклаз, каолініт, біотит	13	мусковіт, кальцит, опал
4	лімоніт, доломіт, плагіоклаз	14	амфібол, піроксен, плагіоклаз
5	гіпс, рогова обманка, піроксен	15	біотит, кальцит, нефелін
6	олівін, халцедон, галіт	16	халцедон, лабрадор, кварц
7	мусковіт, нефелін, глауконіт	17	польовий шпат, ангідрит, лімоніт
8	кальцит, ангідрит, ортоклаз	18	рогова обманка, доломіт, анортит
9	слюда, кальцит, анортит	19	каолініт, кварц, мусковіт
10	кварц, мікроклін, піроксен	20	авгіт, магнезит, слюда

*Приклад відповіді:* олівін є головним породотвірним мінералом магматичних ультраосновних (кімберлітів, перидотитів, дунітів) та основних (габро, базальтів) порід, халцедон – осадових (конгломератів, пісковиків), мікроклін – як магматичних кислих порід (гранітів, ліпаритів, пегматитів), так і багатьох уламкових осадових порід (пісків, пісковиків, супісків, жорстви).

**Завдання 1.5.** З-поміж зазначених мінералів наведених в таблиці 1.8 виділіть ті, які здатні до розчинення та вимивання водою. Розташуйте їх у порядку зростання розчинності.

*Таблиця 1.8.*

*Вихідні дані для виконання завдання 1.5*

<i>№ вар.</i>	<i>Мінерали</i>	<i>№ вар.</i>	<i>Мінерали</i>
1	кварц, кальцит, каолінит, ангідрит	11	доломіт, малахіт, галіт, кварц
2	мусковіт, гіпс, доломіт, опал	12	магнезит, кальцит, каолінит, гіпс
3	ортоклаз, галіт, серпентин, кальцит	13	ангідрит, галіт, мікроклін, слюда
4	глауконіт, гіпс, доломіт, олівін	14	флюорит, ортоклаз, кальцит, галіт
5	гематит, кальцит, гіпс, пірит	15	гіпс, доломіт, сірка, каолінит
6	магнезит, доломіт, кварц, ортоклаз	16	гематит, галеніт, гіпс, глауконіт
7	альбіт, ангідрит, лімоніт, галіт	17	лабрадор, кальцит, галіт, халцедон
8	магнезит, кварц, галіт, кальцит	18	кварц, каолінит, галіт, кальцит
9	біотит, графіт, доломіт, гіпс	19	доломіт, кальцит, ангідрит, галіт
10	галіт, ангідрит, тальк, каолінит	20	гіпс, анортит, ангідрит, магнетит

*Приклад відповіді:* галіт повністю розчиняється у воді, доломіт частково розчиняється у воді, гідролюда – здатна до вимивання, вміщує в собі воду, внаслідок чого збільшується в об'ємі, при зволоженні переходить у пластичну форму, польовий шпат – відносно стійкий до дії води.

## 2 ГІРСЬКІ ПОРОДИ

*Навчальна мета* полягає в наданні здобувачам вищої освіти базових знань про петрографічні та будівельні властивості гірських порід, класифікації порід та методу опису основних представників.

### 2.1 Загальні відомості про гірські породи

Гірська порода – це природний агрегат, що складається з одного або декількох кількісно постійних мінералів, які утворюють самостійне геологічне тіло в земній корі. Кожна гірська порода утворюється у певних геологічних умовах під впливом різноманітних процесів внутрішньої та зовнішньої динаміки Землі. Гірські породи мають певну будову, склад і властивості.

Відомо близько 1000 видів гірських порід. Головним принципом класифікації гірських порід слугує генезис, який є основним чинником, що формує будову, склад і властивості гірських порід.

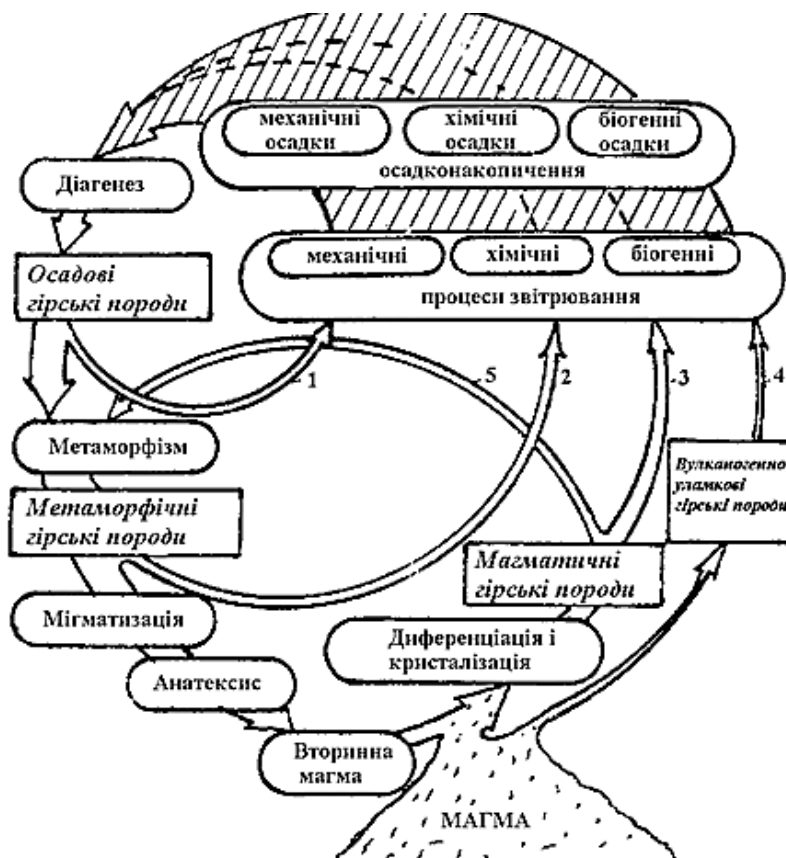


Рис. 2.1. Загальна схема утворення гірських порід

Особливості будови гірських порід визначають значною мірою їхні властивості. Поняття будова поєднує в собі структуру і текстуру гірської породи.

Під структурою гірської породи розуміється розмір, форма елементів (мінералів), що її складають, кількісне співвідношення і характер зв'язку між ними.

Під текстурою – взаємне розташування або відносний розподіл елементів, тобто мінералів у породі.

За своїм походженням гірські породи поділяють на три генетичні групи: магматичні, осадові, метаморфічні. По кожному виду порід нижче наводиться опис за схемою:

- а) колір, мінеральний і петрографічний склад, структура, текстура, основні фізико-механічні властивості;
- б) умови утворення, форми залягання;
- в) використання в народному господарстві.

## 2.2 Магматичні гірські породи

### 2.2.1 Хімічний та мінеральний склад магматичних порід

Магматичні гірські породи виникають у результаті кристалізації магми – складного силікатного розплаву з температурою близько 1000-1300 °С – під час її охолодження в надрах Землі та на її поверхні.

Магматичні породи складаються з 600 різних видів і різновидів. Залежно від умов утворення виділяють: глибинні (інтрузивні), жильні, виливні (ефузивні) та вулканічні породи.

Розплавлена магма, прориваючись по тріщинах земної кори і застигаючи в її надрах, призводить до утворення глибинних порід. Глибинні інтрузивні породи утворюються в середовищі раніше утворених порід в умовах високого тиску, повільного і рівномірного охолодження магми, нерідко за діяльної участі розчинених у ній газів і парів. У цьому випадку відбувається спокійна кристалізація магми й утворюються явнокристалічні породи. Така повна розкристалізація магми призводить до утворення щільних, масивних повнокристалічних порід, таких як граніт, габро, які залягають великими масивами. Отже, глибинні породи мають повнокристалічну структуру, яка характеризується тим, що порода цілком складається з кристалів.

Якщо розміри кристалів, які складають породу, приблизно однакові, то такі породи називають рівномірнозернистими і поділяють на крупнозернисті (розмір частинок понад 5мм), середньозернисті (5-2 мм) і дрібнозернисті (менше 2 мм). Породи, в яких кристали окремих мінералів різко виділяються, називаються нерівномірнозернистими або порфіроподібними.

Структура є ознакою породи, що визначає її міцність, найбільш міцні породи з дрібнозернистими структурами.

Жильні породи утворюються під час кристалізації магми в тріщинах гірських порід, часто з інтенсивним гідротермальним впливом. Зазвичай кристалізація відбувається без диференціації речовини магми, що призводить до утворення характерної повнокристалічної будови породи.

Виливні (ефузивні) породи утворюються на поверхні Землі при низьких тисках і температурах, під час швидкого охолодження і дегазації розплаву магми. У таких умовах неможлива повна диференціація, частина розплаву застигає у вигляді аморфної скловатої маси й утворюються неповнокристалічні породи. Часто кристалізація здійснюється у дві фази: повільну в глибині земної кори, коли утворюються окремі кристали мінералів, а потім швидко на поверхні, коли відбувається інтенсивне охолодження розплаву. У цьому випадку утворюється нерівномірнокристалічна (порфірова) структура.

Якщо для глибинних порід характерна масивна, щільна текстура, то в ефузивних породах вона часто може бути пористою.

Вулканокластичні породи утворюються під час вулканічних вивержень як на континентах, так і в морських басейнах. Розплав магми швидко остигає з одночасним процесом інтенсивної втрати розчинених газів і парів. У цих умовах утворюється вулканічне скло, прихованокристалічні високопористі породи, а також специфічні пухкі породи.

Однією з найважливіших характеристик, що визначають властивості магматичних порід, є їхній хімічний склад, що формує мінеральний склад і зовнішній вигляд породи.

Під час класифікації магматичних порід за хімічним складом використовуються дані про вміст у них двоокису кремнію  $\text{SiO}_2$  (у % за масою), що входить як у вигляді вільного оксиду кремнію (кварц), так і в складі інших силікатів.

Поділ магматичних порід за вмістом  $\text{SiO}_2$  має практичне значення, оскільки зі зменшенням  $\text{SiO}_2$  у глибинних породах зростає їхня питома вага, знижується їхня температура плавлення.

Виділяють породи ультракислого, кислого, середнього, основного та ультраосновного складу, для яких характерні певні (головні або обов'язкові) мінерали.

Мінеральний склад відображає хімічний склад вихідної магми. Встановлено, що для глибинних порід і порід, що вилилися, характерний збіг хімічного складу, тому породи, що вилилися, називають аналогами глибинних.



Основними первинними мінералами, що утворилися в процесі кристалізації магми, є польові шпати, амфіболи, піроксени, кварц і слюди. У найдревніших магматичних породах можуть бути присутні вторинні мінерали (карбонати, глинисті мінерали). Кількість цих мінералів вказує на ступінь вивітреності порід.

Мінеральний склад порід від ультракислих до ультраосновних змінюється таким чином: поступово зникає кварц, потім польові шпати, вміст темнокольорових мінералів (рогова обманка, авгіт тощо) зростає. Зі зменшенням вмісту SiO<sub>2</sub> забарвлення змінюється від світлого до темного, зростає щільність, породи краще піддаються поліруванню.

У табл. 2.1 наведено класифікацію магматичних порід за складом та умовами утворення.

Таблиця 2.1

Класифікація магматичних порід за складом та умовами утворення

Склад гірської породи		Породи за умовами утворення				
Хімічний (SiO <sub>2</sub> , %)	Мінеральний (головні мінерали)	Глибинні (інтрузивні)	Виливні (ефузивні)		Жильні	Вулкано-кластичні
			Кайнотипні	Палеотипні		
Ультракислі (> 75)	Ортоклаз (або кислий плагіоклаз), кварц, біотит	-	-	-	Пегматит, апліт	Обсидіан, пемза
Кислі (65-75)	Ортоклаз (або кислий плагіоклаз), кварц, слюди, рогова обманка	Граніт	Ріоліт	Кварцовий порфір	-	Туф, попіл
Середні (55-65)	Ортоклаз (або нефелін), слюди, рогова обманка	Сієніт	Трахіт	Ортофір	-	-
	Середній плагіоклаз, рогова обманка, авгіт (іноді кварц)	Діорит	Андезит	Порфірит	-	
Основні (45-55)	Основний плагіоклаз, авгіт, рогова обманка (іноді олівін)	Габро, лабрадорит,	Базальт	Діабаз	-	-
Ультраосновні (< 45)	Авгіт, олівін, рогова обманка, рудні мінерали	Перидотит, дуніт, олівініт	Пікрит	Кімберліт	-	-

Інтрузивні магматичні породи залягають у вигляді *батолітів* – величезних масивів гірських порід до декількох сотень кілометрів, що залягають глибоко від земної поверхні; *штоків* – відгалужень від батолітів; *лаколітів* – грибоподібних форм, *сіл* – горизонтальних утворень при впровадженні магми між шарами осадових товщ; *дайок* – вертикальних або крутопохилих утворень при розриванні магми вищележачих порід; *жил* – що виникли при заповненні магмою тріщин у земній корі.

Для ефузивних гірських порід характерними формами залягання є: куполи – своєрідні форми; лаврові покриви – утворилися внаслідок розтікання магми на поверхні землі; потоки – витягнуті форми, що виникли в наслідок розтікання лави з вулканів.

## 2.2.2 Опис магматичних гірських порід

### Ультракислі породи

#### Пегматит

а) Забарвлення світле, рожеве або сіре строкате. До складу входять ортоклаз (рідше кислий плагіоклаз), біотит, мусковіт, егірін. Часто містить великі кристали берилу, топазу, кварцу, корунду, турмаліну, уранові слюдки, літєві слюди. Структура грубозерниста, іноді із закономірним проростанням кварцу і польових шпатів – "письмова" (на поперечних розрізах поверхня нагадує рукопис із давньоєврейськими літерами), текстура масивна.



б) Залягає в жилах зі змінною потужністю, рідше – в

масивах і гніздах.

в) Скельна порода; при вивітрюванні перетворюється на уламки різної крупності та каолінові глини. Використовується як керамічна сировина. З ними пов'язані родовища цінних корисних копалин.

### Кислі породи

#### Граніт

а) Порода має світле забарвлення: рожеве, сіре, червоне, жовтувате. Складається з польових шпатів 40-60 %, кварцу 20-40 %, темних мінералів (до 10 %), слюди, рогової обманки. Повнокристалічна, рівномірнозерниста, рідше порфіроподібна структура, текстура – масивна. За крупністю зерен може бути крупно-, середньо- і дрібнозернистою. Щільність 2,6-2,8 т/м<sup>3</sup>, міцність – 250-120 МПа, коефіцієнт міцності 10-15, пористість 1 %. Міцність і стійкість залежить від мінерального складу, структури, текстури. Більш стійким при вивітрюванні є дрібнозернистий граніт із підвищеним

вмістом кварцу і невеликим вмістом слюди.

б) Утворився граніт у вигляді кристалічної маси при повільному охолодженні магми у вигляді батолітів, рідше лаколітів, штоків, жил. Гранітні масиви розбиті системою вертикальних і горизонтальних тріщин.

в) У процесі вивітрювання граніт розпадається на брили, щебінь, жорстку, пісок, глинисті породи. Широко застосовується в будівництві. Добре обтісується і полірується. Із граніту виготовляють штучні камені (бруківку, плити), щебінь.

#### Ріоліт і кварцовий порфір

а) Забарвлені у світлі відтінки. У кварцового порфіру колір основної маси часто червоний до коричневого. Мають порфірову структуру. Основна маса прихованокристалічна або склоподібна. Порфірові вкраплення переважно представлені польовими шпатами, кварцом, іноді біотитом і роговою обманкою. Щільність 2,4-2,6 т/м<sup>3</sup>. Міцність

130-180 МПа, коефіцієнт міцності 10-15. Породи зі скловатою основною масою мають крихкість.

б) Виливні аналоги граніту і схожі з ним за мінеральним складом. Залягають у вигляді куполів, невеликих потоків і покривів.

в) Застосування аналогічне граніту.



### *Середні породи (група сієніту)*

#### **Сієніт**

а) Глибинна порода за забарвленням не відрізняється від граніту. Основними мінералами є: польовий шпат (переважно ортоклаз), рогова обманка, біотит, вміст кварцу 0-5 %. Структура повнокристалічна, рівномірнoзерниста або порфіроподібна. Щільність 2,0-2,8 т/м<sup>3</sup>. Міцність 120-180 МПа.



б) Залягає в крайових зонах гранітних масивів або у вигляді самостійних невеликих інтрузивних тіл: штоків, жил.

в) Обробляються і поліруються легше, ніж граніти, оскільки в них відсутній кварц. Застосовуються як дорожній камінь, щебінь для бетону, матеріал для облицювання споруд тощо.

#### **Трахіт і ортофір (безкварцовий порфір)**

а) Характерне світле забарвлення (біле, сірувате, жовтувате). Ортофіри відрізняються від трахітів більш яскравим червоним або коричневим забарвленням. Структура порфірова, основна маса склоподібна або прихованокристалічна, наявні дрібні вкраплення зерен польових шпатів. Щільність 2,2-2,6 т/м<sup>3</sup>. Міцність 60-70 МПа. Коефіцієнт міцності 15-12. Морозостійкість і



опір вивітрюванню невисокі. Трахіт має шорстку поверхню, пористий, ортофір більш щільніший.

б) Ефузивні аналоги сієніту. Залягають у вигляді покрівів.

в) Завдяки шорсткій поверхні добре зв'язуються цементним розчином. Поліруванню трахіт не піддається. Породи застосовуються як кислототривкий і будівельний матеріал. Красиво забарвлені ортофіри використовуються як декоративний матеріал.

### *Середні породи (група діориту)*

#### **Діорит**

а) Колір сірий до чорного, іноді із зеленуватим відтінком за рахунок продуктів зміни. Складається з плагіоклазу (50-60 %) і рогової обманки (30-35 %), рідше авгіту або біотиту. Структура повнокристалічна, частіше дрібнозерниста, рідше порфіроподібна, текстура масивна. Щільність 2,9 т/м<sup>3</sup>. Міцність 180-200 МПа, коефіцієнт міцності 10-15.



б) Утворює штоки, лаколіти, жили. Діорити складають крайові зони великих гранітних масивів і у напрямку до центру змінюються гранітами (гранодіорит).

в) При значному вмісті біотиту і піриту порода легко піддається вивітрюванню. Добре полірується і використовується як облицювальний, виробний матеріал, будівельний і дорожньо-будівельний матеріал.

#### **Андезит і порфірит**

а) В андезиті колір сірий або темно-сірий, у порфіриті – сірий або зеленуватий. Структура порфірова. Серед вкраплень переважає плагіоклаз зеленувато-білого кольору. Щільність 2,7-3,1 т/м<sup>3</sup>. Міцність 140-250 МПа.



б) Виливні аналоги діориту. Утворюють потоки, покриви, іноді куполи, лаколіти.

в) Андезит часто шорсткий на дотик, пористий, добре розпилюється. Щільні



породи використовуються як кислототривкі плити і щебінь для кислототривкого бетону, як будівельний матеріал.



## Основні породи

### Габро

а) Складається здебільшого з плагіоклазу (часто лабрадору) і авгіту, рідше входить рогова обманка, біотит. Колір зазвичай темно-сірий до чорного, іноді із зеленуватим відтінком. Різновид габро, що складається з одного плагіоклазу (лабрадору) називається *лабрадорит* з переважанням піроксену – *норит*, з домішками олівіну – *анортозит*. Структура повнокристалічна дрібно-, середньо- і крупнозерниста. Текстура масивна. Щільність 2,8-3,2 т/м<sup>3</sup>. Міцність 200-280 МПа, коефіцієнт міцності 10-15.



б) Глибинна порода, утворює штоки, лаколіти, потужні інтрузивні поклади, іноді площею в десятки тисяч км<sup>2</sup>.

в) Габро добре полірується. Широко застосовується як облицювальний і будівельний матеріал. Лабрадорит використовується як декоративний і облицювальний матеріал.

### Базальт і діабаз

а) Колір у базальту темно-сірий до чорного, у діабазу темно-зелений до чорного. Структура дрібнозерниста або прихованокристалічна, іноді порфірова. Текстура масивна. Щільність 3,0-3,5 т/м<sup>3</sup>. Міцність 300-350 МПа, іноді до 500 МПа, коефіцієнт міцності 20. Є найміцнішими породами верхньої частини земної кори. Дрібнозернисті базальти стійкі при вивітрюванні.



б) Виливні аналоги габро. Залягають у вигляді потоків, покрівів або жил. Утворюють цілі комплекси лавових потоків, пластових інтрузивних покладів (сілів), які об'єднуються терміном трап.

в) У результаті вивітрювання порід утворюються глинисті карбонатні породи. Застосовуються як будівельний, кислототривкий матеріал. Велике застосування знаходять у кам'яно-ливарній промисловості. Під час термічної обробки (1200-1250 °С) отримують міцні вироби: облицювальні плитки, плити, кислототривкі труби тощо.

## Ультраосновні породи

### Перидотит, дуніт, олівініт

а) Глибинні породи, темно-зелені, темно-сірі, чорні. Перидотит складається з олівіну й авгіту, дуніт – з олівіну із домішками хроміту, олівініт – із олівіну з домішками магнетиту. Структура повнокристалічна (дрібно-, середньо- і крупнозерниста). Щільність 3,0-3,4 т/м<sup>3</sup>.



б) Утворюються на глибині при повільному охолодженні магми за високого тиску. Залягають у вигляді штоків, жил.

в) Висока щільність ускладнює широке використання як будівельного каменю, порівняно легко вивітрюється. Дуніт рідко перебуває у свіжому стані, поверхня часто вкрита жовто-бурою, тонкою кіркою вивітрювання. Використовують як виробний камінь.



## Пікрит

- а) Колір зазвичай темно-зелений до чорного, зі світло-зеленими або бурими вкрапленнями олівіну. Мінеральний склад основної маси: олівін, клінопіроксен, рогова обманка, до 10 % біотиту, кальциту і рудних мінералів. У вкрапленнях: олівін, клінопіроксен, рогова обманка, флогопіт, акцесорні магнетит, ільменіт і апатит. Структура тонкозерниста, порфірова, порфіровидна. Текстура масивна, мигдалекам'яна. Щільність 3,0-3,2 т/м<sup>3</sup>.
- б) Ефузивний аналог перидотиту. Утворює потоки лав, горизонти й товщі вулканічних брекчій і туфів, у гіпабісальній фації – дайки й сіли.
- в) Локальне розповсюдження ускладнює широке використання як будівельного каменю, хоча пікрити іноді містять мідно-нікелеву сульфідну мінералізацію.



## Кімберліт

- а) Колір: відтінки сірого, зеленувато- і блакитно-сірий. Мінеральний склад: олівін, флогопіт, ільменіт, піроп, кальцит (доломіт), серпентин (хлорит), магнетит, апатит. Часто містять ксеноліти мантійних порід та іноді містять алмази промислових концентрацій. Структура порфіроподібна, текстура масивна, брекчієподібна. Щільність змінюється від 3,0-3,1 до 2,3 т/м<sup>3</sup>. Свіжі і малозмінені кімберліти дуже тверді; а кімберліти складені вторинними мінералами легко подрібнюються.
- б) Гіпабісальна інтрузивна порода, аналог перидотиту. Утворюють трубки вибуху та інтрузивні тіла.
- в) Є одним із корінних джерел алмазів. Приблизно 3-4 % кімберлітів є алмазоносними.



## Вулканічні породи непостійного хімічного складу

### Обсидіан (вулканічне скло)

- а) Кисле вулканічне скло, що містить понад 70 % SiO<sub>2</sub>. Колір сірий, чорний, червоно-бурий, буває плямистого і смугастого забарвлень. Склад може бути як кислим, так і основним, і лужним. Різновид перліт – склувата порода, складається з кульок, схожих на перлини, діаметром 1-15 мм. Структура склувата. Щільність 2,2-2,4 т/м<sup>3</sup>, перліту – 1,3-1,6 т/м<sup>3</sup>. Міцність 50-60 МПа. При швидкому нагріванні до 800-1 000 °С перліт спучується, збільшуючись в об'ємі у 8-14 разів.



- б) Залягають у вигляді невеликих потоків, куполів, голок.
- в) Красиві різновиди обсидіану використовуються як виробний і декоративний камінь. Перліт є цінним теплозвукоізоляційним матеріалом: використовується як наповнювач бетонів і розчинів.

### Пемза

- а) Вулканічне скло пухирчастого або пінистого складу. Хімічний склад – частіше кислий, рідше середній. Колір білий, сірий, жовтуватий, чорний. Структура склувата, текстура пориста. Щільність 0,3-0,9 т/м<sup>3</sup>. Міцність 20-40 МПа. Пористість досягає 80 %, плаває у воді. Хімічно інертна. Вогнестійка. Температурний інтервал розм'якшення 1300-1400 °С.
- б) Утворюється при бурхливому скипанні лави внаслідок виділення вулканічних газів і парів під час виверження. Залягає у вигляді покровів і потоків, а також складає верхні зони інтрузивних куполів і лавових потоків.
- в) Використовується як абразивний матеріал, наповнювач легких бетонів, гідравлічна добавка до цементів.



### *Уламкові (пірокластичні породи вулканічного походження)*

#### **Вулканічний туф**

а) За складом буває ріолітовий, трахітовий. Колір різний – рожевий, сірий, бурий. На тлі маси, що має пористу будову, розкидані уламки різної величини, форми та кольору.



Порода неоднорідна. Щільність 1,4-2,5 т/м<sup>3</sup>. Міцність 5-75 МПа. Володіють високими теплоізоляційними властивостями, звуконепроникністю, легкістю.

б) Являє собою уламковий матеріал, що утворився під час вулканічних вибухів, у подальшому зцементований і ущільнений. Залягають туфи пластами.

в) Використовуються для кладки стін невисоких будівель, являють собою цінний будівельний та архітектурний матеріал. Різновиди: траси – щільні вулканічні туфи, пуцолани – пухкий вулканічний попіл, застосовуються у виробництві цементів.

### **2.3 *Метаморфічні гірські породи***

#### **2.3.1 *Класифікація та найважливіші особливості метаморфічних порід***

Метаморфічні гірські породи утворюються в результаті перетворення осадових і магматичних порід під час впливу на них високих температур і тисків, а також під впливом впровадження магми у відкладені породи.

До основних чинників метаморфізму відносять температуру, тиск і флюїди – рідкі або газоподібні компоненти магми або ті, що циркулюють у глибинах Землі насичені газами розчини. Ці чинники спричиняють складний процес зміни первісної будови порід, їхнього хімічного та мінерального складу. Процеси перетворення порід проходять без розплавлення останніх. Характер зміни порід різний: від ущільнення до повної перекристалізації мінералів, які складають вихідні породи. Метаморфічні породи є вторинними. Ступінь метаморфізму різний, тому існує досить велика кількість перехідних порід.

Розрізняють наступні типи метаморфізму:

1) контактний, який розвивається на межі інтрузії розплаву магми з осадовими породами. Тиск, який виникає тут, а також підвищена температура та речовини магми істотно змінюють гірські породи (наприклад, вапняки переходять у мармури, скарни). Будова порід контактowego метаморфізму кристалічна, цукроподібна, масивна, слабошарувата;

2) глибинний (регіональний) метаморфізм розвивається за спільного впливу температур, високого тиску і флюїдів, що протікають на великих глибинах. У цьому випадку мінеральний склад порід іноді істотно змінюється. Породи набувають характерної кристалічної, сланцюватої, смугастої, щільної будови. Наявність сланцюватості та смугастості істотно позначається на силі структурних зв'язків у різних напрямках, що зумовлює анізотропію властивостей порід;

3) динамометаморфізм, який спричиняється високим тиском під час горотворчих (тектонічних) процесів. Утворюються потужні зони зминання, виникають складні складки.

Класифікацію метаморфічних гірських порід наведено в табл. 2.2.

Структура метаморфічних порід кристалічна, яка утворилася при явищах перекристалізації, дещо відрізняється від структури магматичних порід. Для порід дислокаційного (динамічного) метаморфізму типовою є катакlastична структура, що характеризується роздробленням породи і мінералів.

Текстура метаморфічних порід слугує найбільш надійною макроскопічною ознакою для їх визначення і підрозділяється на такі види:

1) сланцювата зумовлена паралельним розташуванням у породі наново утворених лускатих, таблитчастих мінералів. Порода розколюється на плити за цими ж напрямками. Формування сланцюватих текстур відбувається під дією тривалого одностороннього тиску на первинні породи.



2) смугаста – відрізняється смугастим, шароподібним чергуванням смужок, що відрізняються за складом, кольором або іншими ознаками. Такі текстури успадковуються від осадових шаруватих порід.

3) гнейсова – виражається у паралельному орієнтуванні подовжених кристалів, чергуванні у породі витягнутих в цьому ж напрямку окремих її частин у вигляді лінз і смужок, що відрізняються мінеральним складом.

4) масивна – рівномірний розподіл мінералів в породі, так само як і у магматичних породах.

Таблиця 2.2

Класифікація метаморфічних порід

Вихідні (материнські) породи	Тип метаморфізму	Метаморфічні породи	Мінеральний склад
Граніт, глинисто-піщані породи	Глибинний (регіональний) і динамометаморфізм	Гнейси	Кварц, польові шпати, рогова обманка, слюди
Різні магматичні і глинисті породи		Сланці кристалічні	Слюди, тальк, рогова обманка, хлорит, графіт, кварц
Кварцові пісковики		Кварцити, яшми	Кварц і домішки
Вапняки, доломіти		Мармури	Кальцит, доломіт
Глинисті породи		Глинисті сланці, філіти	Каолініт, кварц, слюди
Глинисті породи, алевроліти, аргіліти	Контактний	Роговики	Кварц, польові шпати, біотит, рогова обманка
Вапняки, доломіти		Скарни	Кальцит, рогова обманка, рудні мінерали
		Мармури	Кальцит, доломіт і домішки

2.3.2 Опис метаморфічних порід

**Гнейс**

а) Колір зазвичай сірий, від світлого до темного або світло-рожевий. Складається з польового шпату (переважно плагіоклазу) і кварцу, другорядні мінерали – біотит, рогова обманка, авгіт тощо. Структура повнокристалічна рівномірно-зерниста. Текстура сланцювата, паралельно-смугаста. Щільність 2,4-2,8 т/м<sup>3</sup>, міцність 80-180 МПа. Тонкосланцюваті гнейси піддаються швидкому вивітрюванню.



б) За походженням бувають ортогнейси – продукти метаморфізації кислих магматичних порід і парагнейси – метаморфізації осадових порід. Форми залягання ортогнейсів притаманні магматичним породам, парагнейсів – осадовим. Поширені в областях, де на поверхні оголюються породи глибинних зон земної кори (в межах УЩ).

в) Застосовуються як будівельний камінь та облицювальний матеріал.

Сланці – група метаморфічних порід найслабкішого ступеня метаморфізації, з чітко вираженою сланцюватою текстурою. При ударі у визначеному напрямку легко розколюються на тонкі пластинки повздовж площини сланцюватості. Сланці бідні на польові шпати або ж їх там взагалі немає. Залежно від мінерального складу розрізняють слюдяний, хлоритовий, тальковий, пірофілітовий, глинистий, роговообманковий сланець.

### Слюдяний сланець

а) Забарвлення частіше світле, за наявності біотиту спостерігаються темні смуги. Складається з кварцу і слюди. Від гнейсу відрізняється відсутністю польового шпату. Дрібнозерниста повнокристалічна структура. Текстура сланцювата. Щільність 2,3-2,4 т/м<sup>3</sup>, міцність 60-80 МПа. Порівняно швидко вивітрюється.



б) Утворюється з філітів. При збільшенні у складі кварцу переходить у кварцовий сланець і кварцит. Утворює шари, зім'яті в складки. Район залягання: Приазов'я (р. Кальчик), Побужжя.

в) Товстошарові різновиди з великим вмістом кварцу використовуються як будівельний камінь та вогнетривка сировина.

### Хлоритовий сланець

а) Зелений або темно-зелений. Складається переважно з хлориту, часто містить тальк. Текстура сланцювата, структура кристалічно-сланцювата. Порода жирна на дотик, легко дряпається ножом. Може мати магнітність.

б) Утворюється з ультраосновних порід. Залягає у вигляді прошарків. Райони залягання: Придніпров'я (басейн р. Конки), Західне Приазов'я, на Житомирщині (Овруч).



в) Як будівельний матеріал практично не застосовується. Зустрічається епідот-хлоритовий сланець, що містить фосфор, кальцій, магній та ряд мікроелементів, які роблять його цінним мінеральним добривом.

### Тальковий сланець

а) Колір білий або світло-зелений. Складається з тальку, іноді з домішкою хлориту, слюди, кварцу, польових шпатів. Структура кристалічна, текстура сланцювата, легко колеться на плитки. Має низьку твердість, жирний на дотик.



б) Утворюється при метаморфізмі основних порід і серпентину. Залягає у вигляді невеликих прошарків. Поклади відомі

поблизу Кривого Рогу.

в) В якості наповнювача застосовується для виробництва вогнетривкої цегли.

### Пірофілітовий сланець

а) Колір світло-рожевий з різними відтінками. В мінеральному складі переважає пірофіліт. Порода м'яка, легко ріжеться ножом, будова сланцювата. Назва "піро" вказує на властивість породи витримувати високу температуру – понад 1700 °С.

б) Результат метаморфізму осадово-вулканогенних відкладів. Родовище на Овруцькому кряжі.

в) Застосовують для облицювання високотемпературних частин газових пальників, у маяках, футерують ковші для розливу металу, а ще – в архітектурі.



### Глинистий сланець

а) Забарвлення різне (сіре, коричневе, темно-сіре до чорного), іноді рожеве. Складається з глинистих частинок із кварцовим пилом і домішкою лусочок слюди. Структура глиниста, текстура сланцювата, окремі компоненти неозброєним оком невиразні. Напівскельна порода, межа міцності на стиск становить 5 МПа, анізотропний за міцністю. У воді не розмокає, іноді руйнується за сланцюватістю при різких коливаннях температури і вологості.



б) Утворюється на початковій стадії метаморфізації глинистих порід. У процесі діагенезу глини ущільнюючись цементуються, зневоднюються і перетворюються в аргіліт. Зустрічається доволі часто.

в) Застосовується як покрівельний матеріал.



## Філіт

а) Частіше має світле забарвлення, що зумовлене присутністю тонких лусочок мусковіту, сіро-зелене при вмісті хлориту, темно-сіре і чорне при великому вмісті графіту. Основні мінерали: кварц, слюда, хлорит. Має тонку сланцюватість. Характерний шовковистий блиск. Різновиди філіту, стійкі при вивітрюванні і легко розпадаються на тонкі плитки.



б) Утворюється при слабкому регіональному метаморфізмі переважно осадових глинистих порід, але на відміну від них не вміщує глинистих мінералів. Є перехідною формою від глинистих до слюдяних сланців.

Розповсюджений у верхньому структурному поверсі фундаменту давніх (докембрійських) платформ і в їх складчастому обрамленні. Порода поширена в Придніпров'ї й Карпатах.

в) Використовується як покрівельний матеріал.

## Мармур

а) Колір білий (чистий без домішок), сірий до чорного, зеленуватий, рожевий, червоний, кремовий. Забарвлення строкате, плямисте у зв'язку з різноманітністю структури, мінливим вмістом домішок. Складається переважно з кальциту і доломіту: кальцитовий мармур (легко закипає від кислоти), доломітовий мармур (закипає в порошок), є різновиди змішаного складу. Домішки: кварц, хлорит, слюда. Структура кристалічна. Розмір тісно зрощених мінеральних зерен від часток міліметра до 1-3 см. Текстура масивна, смугаста або плямиста. Щільність 2,6-2,8 т/м<sup>3</sup>, міцність 550-120 МПа, коефіцієнт міцності 8.



б) Утворюється при перекристалізації вапняків і доломітів. Порівняно легко вивітрюється, особливо під впливом води і вуглекислоти. Залягає у вигляді шарів, часто деформованих у складні складки. Найбільш промислові запаси зосереджені в Закарпатті.

в) Застосовується як прекрасний облицювальний, декоративний і скульптурний матеріал, добре полірується. Іноді використовується як щебінь для декоративного бетону.

## Кварцит

а) Білий, світло-сірий, сірий. Яскравого темно-малинового, червонувато-коричневого, рожевого забарвлення надає домішка гематиту або лімоніту. Складається переважно з кварцу. Залізистий кварцит містить у великій кількості магнетит і гематит. Структура здебільшого дрібнозерниста, складання дуже щільне, і зерна важко розрізняються. Щільність 2,8-3,0 т/м<sup>3</sup>, міцність 120-250 МПа, коефіцієнт міцності 15-20. Кварцити надзвичайно міцні, тому важко піддаються обробці, вогнестійкі (температура плавлення 1700-1770°C).



б) Утворюється з піщаних порід під час їхньої метаморфізації. Залягає у вигляді шарів, іноді значної потужності. Поширені кварцити в межах УЩ (зокрема рожеві Овруцькі динасові), в Карпатах, на Волині, а залізисті різновиди – в Криворізькому залізорудному басейні.

в) Кварцит без домішок використовують для виготовлення вогнетривкої цегли-динасу, як будівельний і облицювальний матеріал. Червоний кварцит цінується як високосортний облицювальний матеріал.

## Амфіболіт

а) Колір від темно-сірого, темно-зеленого до чорного. Складається з рогової обманки, меншою мірою – з плагіоклазу. Структура повнокристалічна. Текстура смугаста, сланцювата або масивна. Порода міцна, тверда.

б) Утворюється в результаті метаморфізму основних магматичних або доломітових осадових порід. Залягає у вигляді шарів. Досить поширена гірська порода, що характерна для докембрійських метаморфічних комплексів.



в) Масивні різновиди використовуються у будівництві та кам'яноливарній промисловості.

## 2.4 Осадіві гірські породи

### 2.4.1 Утворення та класифікація осадових порід

Осадіві породи утворюються в результаті осадження з води або повітря продуктів вивітрювання всіх груп гірських порід. При утворенні осадові породи проходять 4 стадії:

- 1) руйнування (вивітрювання);
- 2) перенесення (транспортування) і відкладання (акумуляція);
- 3) діагенез;
- 4) катагенез.

Руйнування або вивітрювання гірських порід відбувається під впливом агентів атмосфери, тварин і рослинних організмів. Руйнуються будь-які породи, що знаходяться на поверхні Землі.

Перенесення і відкладання – зруйнований матеріал переноситься вітром, льодом, організмами, але особливо велика транспортувальна роль водних потоків. В процесі перенесення відбувається поділ осадового матеріалу за розмірами, питомою вагою і хімічним складом. Такий поділ називається диференціація осаду. Прийнято розрізняти 3 види диференціації: механічна – поділ за розмірами уламків і питомою вагою; хімічна – осадження матеріалу за хімічним складом; органогенна – осадження матеріалу в результаті життєдіяльності організмів. У результаті диференціації утворюються відклади трьох типів: механічні; хімічні; біохімічні.

Утворений осад має пройти третю стадію – стадію діагенезу, і тоді він перетвориться на осадову гірську породу.

*Діагенез* – переродження осаду в породу. Цей процес відбувається під впливом енергії самого осаду, при цьому спостерігається цементация осаду або утворення нових мінералів.

*Катагенез* – сукупність процесів, що впливають на породу в процесі її життя.

За місцем утворення осадові породи поділяються на: континентальні та морські.

Континент є областю, де відбувається руйнування порід та їхній змив, тому континентальні утворення мають порівняно невелику потужність і невелику площу поширення. Усі континентальні осадові утворення поділяються на генетичні типи, тобто комплекси відкладів, що утворилися в певному місці під впливом одного провідного агенту. За генетичними типами розрізняють: елювій, делювій, пролювій (рис. 2.2), алювій, еолові утворення, льодовикові та озерні відклади.

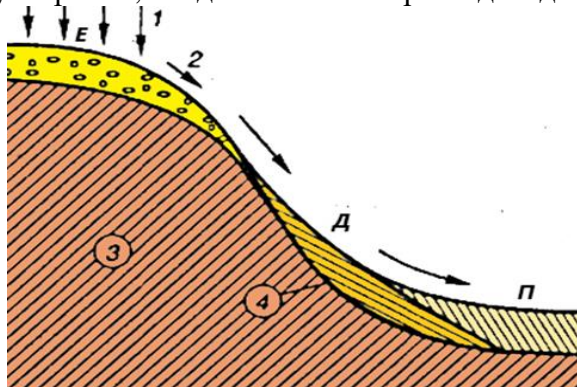


Рис.2.2. Схема утворення наносів на схилі рельєфу:

Е – елювій; Д – делювій; П – пролювій;

1 – атмосферні опади; 2 – площинний змив;

3 – корінні породи; 4 – початкова поверхня схилу

*Елювій* – продукт вивітрювання гірських порід, що залишився на своєму місці, він представлений уламковим матеріалом різної крупності: від великих брил до глинистого найтоншого матеріалу. Залягає головним чином на високих частинах рельєфу, на вододілах. Елювій за глибиною поступово переходить у корінні породи.

*Делювій* – матеріал, перенесений і відкладений тимчасовими водотоками в основі схилів та їхньої підшви (у пониженнях, прилеглих до схилів – *пролювій*) – суглинок, супісок і рінь. Потужність відкладів вимірюється від часток метра до 15-20 метрів. У мінералогічному відношенні делювій пов'язаний із породами, які розташовані вище по схилу. Делювій більш відсортований матеріал, є хорошою, надійною основою для споруд. Негативною властивістю є здатність до сповзання вниз по схилах.

*Пролювій* – комплекс пухких відкладів неоднорідного складу особливо по вертикалі. У товщах пролювію суглинки і супіски можуть перешаровуватися з грубозернистим матеріалом.

*Алювій* – матеріал, перенесений і відкладений річкою (галечник, гравій, піски, суглинки, глини, мули). Поділяється на русловий і заплашний алювій. Русловий алювій представлений пісками і більш грубими уламками – галечник, гравій і є надійною основою для споруд. Заплашний алювій відкладається в період паводку і являє собою суглинки різного складу, супіски, глини та дрібнозернисті піски. Стародавній заплашний алювій у вигляді суглинків і глин твердої консистенції є гарною основою. Сучасний заплашний алювій або має високу вологість, або перебуває зовсім у водонасиченому стані з низькою несучою здатністю. Також характерною особливістю алювіальних відкладів є багат шаровість їхніх товщ із наявністю безлічі лінз.

*Еолові утворення* – матеріал, перенесений і відкладений вітром, при цьому утворюються піщані відклади у вигляді дюн і барханів, а також лес.

*Льодовикові утворення* – матеріал, перенесений і відкладений льодовиком, представлений щільним глинистим, суглинним матеріалом з уламками гірських порід, а також пісками.

*Озерні утворення* – матеріал, що утворився в озерах (тонкий пісок, глина, суглинок, мул, супісок, торф).

Залежно від умов утворення і від чинників, що сприяли накопиченню, осадові породи поділяються на уламкові, хімічні, органігенні, змішаного походження.

Таблиця 2.3

Класифікація осадових порід

Тип відкладів	Група	Структура	Нецементовані		Зцементовані		
Механічні (уламкові)	Псафіти	Грубоуламкова (розмір уламків понад 200 мм)	Пухкі	Обкатані	Валуни	Конгломерат	
		200-10 мм			Галечник		
		10-2 мм			Гравій		Гравеліт
		Піщані		розмір уламків понад 200 мм	Кутасті	Брили	Брекчія
				200-10 мм		Щебінь	
				10-2 мм		Жорства	
	Піщані	Середньоуламкова (розмір уламків 2-0,05 мм)	Піски: (крупні, середні, дрібні, пилюваті)	Пісковик			
	Пилуваті	Дрібноуламкова (розмір уламків 0,05-0,005)	Зв'язані	Леси, лесоподібні породи	Алевроліт		
Глинисті				менш як 0,005 мм	Супісок, суглинок, глина	Аргіліт	
Хімічні	Галоїди	Кристалічна	Особливі властивості	Солоні	Викопні солі		
	Сульфати			Мономінеральні	Гіпсові породи		
	Карбонати			Реагують з HCl	Вапняковий туф, оолітовий вапняк, доломіт		
Біогенні	Вапнякові	Органогенна	Особливі властивості		Вапняк-черепашник, крейда, мергель		
	Кременисті			Тонкопористі	Діатоміт, трепел, опока		
	Вуглецеві			Горючі	Торф, кам'яне вугілля		

Для осадових порід характерна наявність низки особливостей, що відображають умови їхнього утворення та істотно відрізняють їх від інших порід. Своєрідними рисами осадових порід є шаруватість, пористість, залежність складу і властивостей породи від клімату, вміст залишків рослинних і тваринних організмів.

Структури осадових порід пов'язані зі способом їх утворення. Розрізняють уламкові структури – різні за крупністю частинок, хімічні структури (кристалічні) та органічні, в яких ясно помітні сліди будови тваринних і рослинних залишків.

Уламкові породи утворюються під час відкладання водою, вітром, льодом уламків порід або мінералів різної крупності. Уламкові породи класифікуються за розмірами та формою уламків, а також їх поділяють на пухкі (незцементовані) та зцементовані. Одна й та ж сама уламкова порода може мати різний як хімічний і мінеральний склад так й гранулометрію (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

*Типи піщаних ґрунтів залежно від гранулометричного складу*

Типи піщаних ґрунтів	Фракція, мм	Вміст фракції, %
Гравелистий	> 2	Понад 25
Крупний	> 0,5	Понад 50
Середньої крупності	> 0,25	Понад 50
Дрібний	> 0,1	75 і більше
Пилуватий	> 0,1	Менш як 75

Глинисті породи поділяють на види залежно від вмісту глинистих частинок (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

*Класифікація глинистих порід*

Ґрунт	Вміст частинок, %		
	глинистих (< 0,005 мм)	пилуватих (0,05-0,005 мм)	піщаних (2,0-0,05 мм)
Глина важка	Понад 60	-	-
Глина	60-30	-	-
Суглинок важкий	30-20	більше, ніж піщаних	-
Суглинок легкий	15-10	більше, ніж піщаних	-
Супісок важкий	10-6	-	більше, ніж пилуватих
Суглинок легкий	6-3	-	більше, ніж пилуватих

Зцементовані породи утворюються в результаті цементації уламків різних мінералів і гірських порід будь-яким природним цементом.

Породи можуть бути зцементовані вапняковим, глинистим, залізистим, кременистим та іншими цементами. Їхнє утворення пов'язане з рухом у порожнинах уламкових порід підземної води, що містить у зваженому стані глинисті частинки або розчинені солі. Міцність зцементованих порід залежить від кількості, якості природного цементу і характеру його розподілу в масі породи.

Хімічні відклади мають постійний хімічний і мінеральний склад. Серед цих відкладів найпоширенішими є галоїдні, сульфатні й карбонатні породи. Більшість порід хімічного походження утворюється на дні водних басейнів унаслідок випадання речовин із розчинів.

Біохімічні (органогенні) породи утворюються в результаті накопичення та перетворення залишків тваринних і рослинних організмів. Більшість морських організмів для побудови скелета витягують із морської води вуглекислий кальцій і окис кремнію. Після відмирання організмів утворюються вапняні та кременисті маси, які зазнають складних змін (перекристалізації, ущільнення, хімічної взаємодії тощо). За хімічним складом виділяють: 1) вапняні (карбонатні) породи; 2) кременисті; 3) вуглецеві (каустобіоліти).



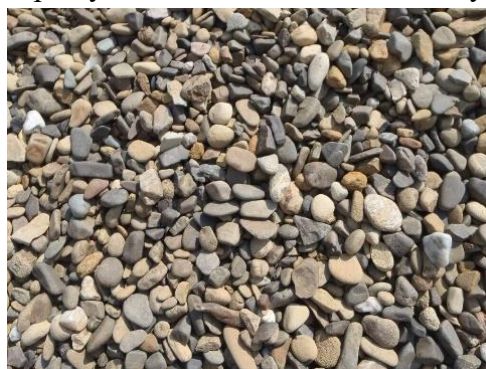
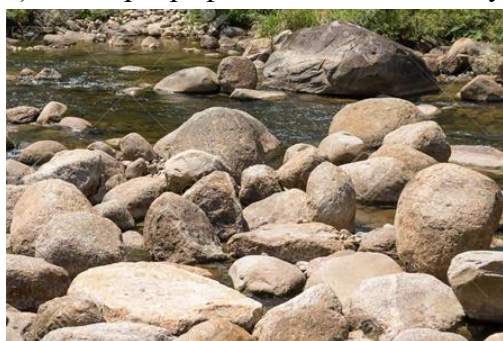
## 2.4.2 Опис осадових гірських порід

### Уламкові породи

#### Незцементовані породи

#### **Валуни, галька, гравій**

а) За петрографічним складом можуть бути однорідними (що утворилися з однієї породи або мінералу) і неоднорідними (суміш різних порід і мінералів). За гранулометричним складом підрозділяють на типи залежно від розміру грубоуламкового матеріалу та його відсоткового вмісту:



валунний ґрунт – вміст частинок більших 200 мм перевищує 50 %, галечниковий ґрунт – вміст частинок більших за 10 мм перевищує 50 %; гравійний ґрунт – вміст частинок більших за 2 мм перевищує 50 %. Породи складаються з уламків обкатаної форми. Під час оцінювання ґрунтів враховують взаємне розташування в ґрунті грубоуламкового матеріалу і заповнювача. Виділяють накидну і псевдопорфірову текстуру. Щільність 1,7-1,9 т/м<sup>3</sup>, коефіцієнт міцності – 1,5-0,9.

Відрізняються гарною водопроникністю, легко віддають воду.

б) Утворюються в результаті перенесення річковими потоками, льодовиком, під час дії морського прибою. Залягають у вигляді шарів, лінз. Широко поширені по берегах морів, річок, озер, льодовикові відклади – у північній частині України.

в) Застосовуються як будівельний матеріал у дорожньому будівництві, в якості заповнювачів при виготовленні бетону.

#### **Брили, жорства**

а) За гранулометричним складом поділяють на типи залежно від розміру грубоуламкового матеріалу і його відсоткового вмісту: бриловий ґрунт – вміст частинок більших за 200 мм перевищує 50 %, щебенистий ґрунт – вміст частинок більших за 10 мм перевищує 50 %, жорствяний ґрунт – вміст частинок більших за 2 мм перевищує 50 %. Складаються з необкатаних уламків різних гірських порід і



мінералів. Щільність 1,7-1,8 т/м<sup>3</sup>.

б) Продукти вивітрювання елювіального і делювіального походження. На місці руйнування і на схилах залягають у вигляді малопотужної кори вивітрювання. Біля підніжжя гір і височин утворюються потужні шари. Широко поширені в гірських районах.

в) Застосування: у дорожньому будівництві, в якості заповнювачів при виготовленні бетону.

## Пісок

а) Складається переважно з кварцу. У вигляді домішки можуть бути найрізноманітніші мінерали: польові шпати, слюди, кальцит, лімоніт, глауконіт та ін. Різні домішки надають піскам відповідного забарвлення: оксиди заліза – бурого, глауконіт – зеленого тощо. Іноді пісок складається із зерен доломіту, гіпсу. Порода пухка, складається з обкатаних або кутастих зерен. Пористість пісків складає 30-40 %, щільність 1,5-1,8 т/м<sup>3</sup>, коефіцієнт міцності 0,5-0,6.



б) Утворюються піски в результаті перенесення і відкладення частинок текучими водами і вітром, при накопиченні їх у прибережних зонах. У зв'язку з цим за своїм походженням можуть бути морськими, річковими, озерними, водно-льодовиковими, еоловими. Утворюють шари, лінзи, конуси виносу, дюни, бархани. В Україні мають повсюдне поширення.

в) Широко застосовується як будівельний матеріал у виробництві цементно-піщаних розчинів, бетонів, цегли, для влаштування насипів, а також для виготовлення фаянсу, порцеляни, скла. Застосовується як фільтраційний і формувальний матеріал.

## Лес

а) Пилувата порода світлого кольору. Складається переважно з кварцу, глинистих мінералів, кальциту, лімоніту. Будова земляста, легко розтирається пальцями в найтонший пил, утворюючи борошністу масу. У лесі часто видно тонкі порожнисті трубочки, зустрічаються вапняні конкреції химерної форми. Щільність 1,6-1,8 т/м<sup>3</sup>, висока пористість (до 50 % і вище), коефіцієнт міцності 0,8, при водонасиченні – 0,3. Закипає під час дії соляної кислоти.



б) На думку більшості геологів, лес утворився внаслідок роботи вітру і відкладався в смугі затишку у вигляді великих покривів. Широко поширений в Україні.

в) У сухому стані утворює прямовисні стінки, може бути непоганою основою споруд. При зволоженні обсяг зменшується, лес ущільнюється і дає значні просідання, спричиняючи великі труднощі при будівництві будівель і споруд (тунелі і т.п.).

## Глинисті породи

а) Властивості глинистих порід визначаються глинистими мінералами, що утворюються в результаті хімічного вивітрювання. Головні групи глинистих мінералів: каолініт, монтморилоніт, гідрослюда. Глини різноманітні за складом, можуть бути мономінеральними, що складаються з одного глинистого мінералу каолініту тощо, а також полімінеральними – глинисті мінерали, кварц, слюда, кальцит тощо. Перехідні форми (суглинки, супіски) містять більше кварцу, польових шпатів. Суглинки за своїми



Глина

властивостями наближаються до глин, супіски ближче до пісків. Мули – глинисті ґрунти в початковій стадії формування, що утворилися як структурний осад у воді за наявності мікробіологічних процесів, містять велику кількість органічних речовин. Колір білий, зелений і блакитний у порід із домішкою глауконіту і хлориту; жовтий, червоний – з домішкою оксидів заліза; бурий, чорний – окислів марганцю; сірий до чорного – вуглиста речовина і гумус. Тонкозернисті



Суглинок

Супісок

Тонкозернисті



утворення (розміри глинистих частинок  $< 0,005$  мм. Жирні на дотик глини складені переважно глинистими мінералами (40-70 %). Щільність  $1,8-2,2$  т/м<sup>3</sup>. На фізико-механічні властивості глинистих ґрунтів істотний вплив має вологість (твердий, пластичний, текучий стан). Коефіцієнт фільтрації глини незначний, породи є водотривкими і часто утворюють водонепроникні горизонти в земній корі. Здатні змінювати об'єм при зміні вологості (набухання, усадка).

б) За умовами утворення розрізняють первинні (або залишкові глини, що утворилися в результаті процесів вивітрювання і накопичення продуктів вивітрювання на місці руйнування) і вторинні (осадові) в результаті переміщення і перевідкладення первинних (морські, річкові, озерні, озерно-льодовикові, моренні). Залягають часто потужними пластами, шарами, прошарками, лінзами. Відносяться до найбільш поширених порід у верхній частині земної кори. Потужність глинистих товщ сягає десятків і сотень метрів. Зустрічаються повсюдно. Мономінеральні глини зустрічаються рідше.



Каолін

в) Застосування глин широке й різноманітне: будівельний, вогнетривкий матеріал, входить до складу цементу, сировина для виготовлення порцеляни та фаянсу, керамзиту, цегли. Застосовується як адсорбент, для приготування глинистих суспензій, що використовуються при бурінні свердловин і в спеціалізованому будівництві фундаментів; для влаштування водонепроникних екранів тощо.

#### Зцементовані породи

##### **Конгломерат**

а) До складу входять обкатані уламки різних порід і мінералів (галька). Породи з розмірами уламків  $0,2-1$  см (гравій) часто називаються гравелітами. Уламки зцементовані вапняним, кременистим, залізистим, глинистим цементом, нерідко цемент являє собою ніби самостійну породу. Забарвлення конгломерату зазвичай неоднорідне, строкате. Щільність і міцність змінюються у великих межах залежно від складу уламкового матеріалу і цементуючої речовини: щільність  $1,9-2,9$  т/м<sup>3</sup>, міцність  $5-180$  МПа, коефіцієнт міцності  $10,2$ .



б) Товщі конгломератів потужністю до кількох сотень метрів утворилися у передгірних і гірських областях (континентальні). Формуються і в прибережній зоні морів (морські) – у вигляді невеликих прошарків серед морських відкладів.

в) Використовується як будівельний і облицювальний матеріал.

##### **Брекчія**

а) Мінеральний склад і забарвлення змінюються в широких межах. Складаються з гострокутних і погано обкатаних, неорієнтованих уламків осадових або метаморфічних порід, які зцементовані іншим осадовим матеріалом. Як правило це літифікований колювій або осипи на схилах.

б) Товсті пласти колювіальних осадових брекчій зазвичай утворюються поруч уступів тектонічних розломів у грабенах. Можуть бути утворені в результаті селевих потоків. У районах розвитку карсту також спостерігаються брекчії, як результат обвалу склепін та стінок порожнин. Утворюється шляхом накопичення продуктів руйнування біля підніжжя гір і їх цементації. Потужних товщ не утворює. Поширена в різних районах, але зустрічається в невеликих кількостях.



в) Використовують в якості облицювального каменю.

## Пісковик

а) Мінеральний склад різноманітний. Найчастіше зустрічаються кварцові пісковики (понад 90% становить кварц), рідше пісковики з помітним переважанням польового шпату, грауваки – темно-забарвлені пісковики складного складу. За складом цементу пісковики підрозділяються на кремєністі, залієісті, гіпсові, вапнякові. Найбільш поширене сіре забарвлення з бурим і зеленуватим відтінками. Чисто кварцові пісковики – білі або світло-сірі. Гідроокисли заліза надають іржаво-бурого або темно-червоного забарвлення, органічні речовини – темно-коричневого, чорного. Структура визначається розміром уламкових зерен: грубозернисті, середньозернисті, дрібнозернисті. Щільність 1,9-2,8 т/м<sup>3</sup>, міцність 4-140 МПа, коливається у великих межах залежно від пористості, виду цементуючої речовини, величини зерен. Найбільш міцними і стійкими є кремєністі пісковики.



б) Утворюється в результаті цементації піску, переважно у мілководних затоках. Залягає в піщаних товщах у вигляді пластів або лінз. Широко поширені на території України.  
в) Широко застосовуються як будівельний камінь. Крем'яністі пісковики використовують як кислототривкий матеріал і цінну сировину для виробництва вогнетривів.

## Хемогенні породи

### Галоїди

#### Кам'яна сіль

а) Складається з галіту з домішками сільвіну, гіпсу, глинистих частинок. Безбарвна або забарвлена в сірі, бурі, червоні, блакитні відтінки, іноді багатобарвна. Структура кристалічна з розмірами зерен від часток міліметра до 2-3 см. Легко розчинна порода. Коефіцієнт міцності 2.

б) Утворюється в безстічних соляних озерах і замкнутих морських басейнах. Поклади кам'яної солі складають потужні пластові поклади і ядра склепінчастих структур (соляних куполів і штоків), також утворюють прошарки, лінзи, гнізда і вкраплення в інших породах. В Україні основні запаси розташовані на території Донбасу, Придніпровської низовини, Прикарпаття та Закарпаття, а також у Криму.

в) Окрім харчової галузі часто використовують для виробництва целюлози та паперу; виготовлення мийних засобів; для виробництва пластмас, бетону; в текстильній промисловості використовують як засіб для фіксації кольору барвника.



### Сульфати

#### Гіпс

а) Мономінеральна порода, що складається з мінералу гіпсу з незначними домішками ангідриту, глинистих мінералів. Структура від крупно- до дрібнокристалічної, рідше волокниста, листувата. Щільність 2,2 т/м<sup>3</sup>, міцність до 20 МПа, коефіцієнт міцності 2. Легко розчиняється підземними водами.



б) Утворюється як хімічний осад солоних озер і лагун, внаслідок окислення сірчаного колчедану, гідратації ангідриту. Залягає у вигляді пластів, лінз. Значні поклади в Україні знаходяться в Донецькій області, (Артемівське, Попасні ліски, Східно-Покровське), а також на Прикарпатті – Сков'ятинське (Тернопільська область), Кам'янське і Троянське (Івано-Франківська область), Кудриньцьке (Хмельницька область).

г) Використовують для штукатурних робіт, для виготовлення цементів, форм у керамічному виробництві та різних виливків.



## Карбонати

### **Вапняковий туф (травертин)**

а) Колір білий, сіруватий, жовтуватий, бурий. Складається з кальциту. Пориста, нешарувата порода. Міцність 10-80 МПа, має значну пористість.



б) Утворюється біля виходів джерел, багатих розчиненим вуглекислим кальцієм, виділяється також із підземних вод у печерах, утворюючи сталактити і сталагміти. Родовища в Криму, Закарпатті.

в) Використовується як будівельний, облицювальний і декоративний матеріал, а також як сировина для цементного і вапняного виробництва.

### **Оолітовий вапняк**

а) Забарвлення світле. В мінеральному складі переважають концентрично-шкарлупуваті стягнення кальциту, які зцементовані природним карбонатним цементом. Структура оолітова. Механічна міцність невелика – 16-20 МПа. Щільність 1,2-1,5 т/м<sup>3</sup>.

б) Утворюється в мілководних прибережних відкладах теплих морів. Залягає у вигляді пластів. Поклади відомі на Херсонщині.

в) Щільні різновиди застосовуються як будівельний камінь.



### **Доломіт**

а) Колір жовтувато-бурий, за наявності органічних речовин – темно-сірий до чорного. Складається переважно з доломіту, присутній кальцит, магнезит, гідроокисли заліза. Структура різноманітна (дрібнозерниста, грубозерниста). Щільність 2,7-2,9 т/м<sup>3</sup>, міцність 100-140 МПа, коефіцієнт міцності 8-10. Менш розчинний, ніж вапняк.

б) За походженням може бути продуктом хімічного осадження з води в озерах або морських басейнах. Крім того, утворюється в результаті заміщення кальциту вуглекислим магнієм. Залягає пластами. Значні поклади зосереджені на Донбасі (Оленівське родовище) і в Тернопільській області (Завадівське родовище).

в) Застосовується як будівельний камінь, для отримання вогнетривів, цементів, у скляній промисловості.



## *Біохімічні (органогенні) породи*

### Вапнякові

### **Вапняк**

а) Складається переважно з кальциту. Звичайні домішки: доломіт, кременисті речовини, піщанистий і глинистий матеріал, бітум тощо. Забарвлення від світло- до темно-сірого, червонувате. Структура від дрібнозернистої до грубозернистої. Текстура щільна, пориста, кавернозна. Щільність 1,2-2,6 т/м<sup>3</sup>, міцність 5-220 МПа. Коефіцієнт міцності 4-15. Є різновиди, в яких легко встановлюються залишки черепашок (до 1-2 см) – черепашник. В інших різновидах органічні залишки виявляються насилу – щільні вапняки. Маломіцними є вапняки-черепашники. Чисті різновиди скипають під дією соляної кислоти.

б) Утворився внаслідок відмирання морських організмів і накопичення їхніх скелетів на дні водойм. Залягає у вигляді шарів, потужні товщі простежуються на сотні кілометрів, лінз, куполів. Поширений на Поділлі, Донбасі, Криму.

в) В будівництві застосовується як будівельний камінь, облицювальний матеріал, сировина для виготовлення цементу, вапна.



## Крейда

а) Колір білий, жовтуватий, зеленуватий, світло-сірий. Складається з кальциту. Будова землиста, дуже крихка. Щільність 1,8-2,6 т/м<sup>3</sup>, міцність 20-40 МПа, коефіцієнт міцності – 2. Реагує з розведеною соляною кислотою, не розчиняється у воді.



б) Утворилася із осадків, які відклалися переважно на глибинах понад 100-300 м у теплих морях кінця крейдового періоду унаслідок накопичення найдрібніших раковин форамініфер і мікроскопічних водоростей. Залягає у вигляді потужних пластів. В Україні відклади крейди поширені в межах Дніпровсько-Донецької западини, Бахмутського масиву, Львівської крейдової западини. Потужність товщ у

західних областях до 20 м, у східних – до 50 м.

в) Застосовується для виготовлення вапна, цементу, білої фарби, як наповнювач багатьох хімічних продуктів.

## Мергель

а) Колір білий, світло-сірий, жовтуватий, зеленуватий, рідше темно-сірий, буруватий, червонуватий. За складом – це суміш глинистих і карбонатних (кальциту і доломіту) мінералів, що містяться приблизно в рівних кількостях. За переважання кальциту – вапняк глинистий, за переважання глини – глинистий мергель. Структура тонкозерниста. Порода кам'яниста, щільна. Щільність 1,8-2,6 т/м<sup>3</sup>, міцність 20-60 МПа, коефіцієнт міцності 2.



б) Утворюється в результаті одночасного осадження карбонатного і глинистого матеріалів у морських і озерних басейнах. Залягає у вигляді шарів, що перемежуються з шарами глинистих і карбонатних порід. Поширений на Поділлі, Донбасі в Криму.

в) В природних оголеннях і виїмках піддається вивітрюванню, розпушується, розпадається на уламки. Сировина для отримання цементу.

## Крем'янисті

### Діатоміт, трепел

а) Забарвлення світле, складаються з частинок розміром 0,001-0,01 мм. Землисті, однорідні або шаруваті. Щільність 0,25-1,0 т/м<sup>3</sup>. Мають велике водопоглинання. Схожі на крейду, відрізняються менш шорсткою поверхнею, не скипають від дії соляної кислоти.



б) Утворюються в морських і озерних басейнах зі скелетів діатомей – найдрібніших водоростей і опалу, продукту розчинення і перевідкладення кременистої речовини скелетів діатомей. Діатоміт утворюється із



залишків панцирів, зцементованих опалом, трепел – з мікроскопічних округлих частинок опалової речовини, частково залишків діатомей. Утворюють шари витриманої потужності й лінзи. Поширені на Поділлі і Донбасі.

в) Використовуються як адсорбенти, для виготовлення цементу. Застосовуються як теплоізоляційний матеріал і наповнювач для виробництва цегли.

## Опока

а) Колір світло-сірий до темного, світло-жовтий. Складається із зерен опалу, частково залишків скелета водоростей з домішкою глинистої речовини. Структура тонкозерниста. Текстура однорідна, шарувата. Щільність 1,0-1,3 т/м<sup>3</sup>. Порода легка, тверда, пориста. Міцність 9-60 МПа.



б) Утворюються в морських і озерних басейнах зі скелетів найдрібніших водоростей і опалу, продукту розчинення і перевідкладення кременистої речовини скелетів діатомей. Залягає у вигляді пластів, іноді з прошарками трепелу.

в) Використовується як будівельний матеріал, гідравлічна добавка до цементу.

## Вуглицеві

### Торф

а) Колір бурий, жовто-бурий, чорно-бурий. Складається з напіврозкладених рослинних залишків, за складом яких розрізняється. Містить вуглець, кисень, азот і домішки мінеральних речовин. Зазвичай кускуватий, слабозв'язаний, легко ламається руками. Щільність 0,95-1,4 т/м<sup>3</sup>, в сухому стані – 0,7-0,075 т/м<sup>3</sup>. Має високу пористість і вологість – 100 % і більше. Як основа споруд – нестійкий, має велику стисливість.



б) Утворюється в результаті поступового накопичення і розкладання органічних залишків рослин, у болотах в умовах підвищеної вологості, слабого доступу повітря. Утворює пласти або лінзи. Широко поширений на Поліссі та Волині.

в) Застосовується як добриво, паливо та сировина для отримання хімічних продуктів.

## 2.5 Завдання

**Завдання 2.1.** Визначте генезис, хімічний тип та дайте характеристику магматичних гірських порід зазначених в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6.

### Вихідні дані для виконання завдання 2.1

№ вар.	Магматичні породи	№ вар.	Магматичні породи
1	андезит, анортозит, діабаз	11	кварцовий порфір, габро, ріоліт
2	вулканічний туф, граніт, норит	12	анортозит, лабрадорит, діабаз
3	дуніт, базальт, обсидіан	13	вулканічне скло, туф, сіеніт
4	лабрадорит, діорит, кімберліт	14	базальт, обсидіан, граніт
5	габро, порфірит, сіеніт	15	порфірит, діорит, пегматит
6	ортофір, гранодіорит, ріоліт	16	пікрит, кімберліт, граніт
7	перидотит, пегматит, пікрит	17	безкварцовий порфір, норит, трахіт
8	граніт, пемза, діорит	18	перидотит, анортозит, габро
9	вулканічний туф, сіеніт, дуніт	19	пемза, андезит, ортофір
10	трахіт, лампроїт, габро	20	гранодіорит, базальт, олівініт

*Приклад відповіді:* Гранодіорит – магматична інтрузивна порода кислого складу, що утворилася в результаті повільного охолодження і кристалізації магми під високим тиском. Це зумовило повнокристалічну крупно-, середньо- і дрібнозернисту структуру і масивну, іноді плямисту структуру. Колір сірий, червоний, зеленкуватий. Мінеральний склад (%): польові шпати – до 65, кварц – 20-25, темні мінерали (біотит, рогова обманка) – 15-20. Гранодіорити займають проміжне положення між гранітами і діоритами. Забарвлення світле, але темніше, ніж у гранітів, що пояснюється підвищеним вмістом біотиту і рогової обманки. В збереженому стані гранодіорити відрізняються високою міцністю і щільністю.

**Завдання 2.2.** Скласти для порід магматичного походження (табл. 2.7) перелік найважливіших будівельних і технічних властивостей, а також зазначити сферу її застосування в будівництві.

Таблиця 2.7.

Вихідні дані для виконання завдання 2.2

№ вар.	Магматичні породи	№ вар.	Магматичні породи
1	андезит, анортозит	11	порфірит, діорит
2	порфірит, безкварцовий порфір	12	граніт, андезит
3	вулканічний туф, гранодіорит	13	ортофір, базальт
4	габро, граніт	14	кварцовий порфір, лабрадорит
5	діабаз, діорит	15	ріоліт, анортозит
6	лабрадорит, обсидіан	16	сієніт, гранодіорит
7	норит, ортофір	17	пемза, трахіт
8	пемза, ріоліт	18	вулканічний туф, норит
9	граніт, сієніт	19	безкварцовий порфір, габро
10	базальт, трахіт	20	обсидіан, діабаз

*Приклад відповіді.* Граніти мають високу механічну міцність на стиск— 120-250 МПа (іноді до 300 МПа). Опір на розтяг відносно невисокий і становить близько 1/30-1/40 опору на стиск. Довговічність каменю в міських умовах (у роках): початок руйнування 75-300, закінчення руйнування 650-1625 і більше. Щільність – 2,6 т/м<sup>3</sup>.

Володіють великою механічною міцністю, стійкі до вивітрювання, нерозчинний у воді. Найважливіша властивість гранітів – їхня мала пористість (не перевищує 1,5 %), що зумовлює водопоглинання близько 0,5 % (за об'ємом). Вогнестійкість гранітів недостатня, оскільки вони розтріскуються при температурі вище 600°C внаслідок поліморфних перетворень кварцу. Граніти, як і більшість інших щільних магматичних порід, мають високий опір стиранню. Оскільки граніт дуже міцний, то його різання, шліфування та полірування викликає деякі труднощі. За характеристикою ступеня міцності породи відноситься до II або III категорії, з коефіцієнтом міцності – 10-15.

Поєднання мінералів і зміна структури зумовлює різноманітність відтінків і малюнку гранітів, тому вони є прекрасним облицювальним матеріалом. Висока міцність на стиск і морозостійкість дають змогу застосовувати їх для захисного облицювання набережних, мостів, цоколів будівель, а також як щебінь для високоміцних і морозостійких бетонів. Завдяки значній кислотостійкості гранітів їх використовують як кислототривке облицювання.

**Завдання 2.3.** Зазначте у відповідність метаморфічним породам ті осадові або магматичні, з яких вони могли утворитися. Зазначте вид метаморфізму, характер змін, що відбулися, і дайте характеристику метаморфічних порід.

Таблиця 2.8.

Вихідні дані для виконання завдання 2.3

№ вар.	Метаморфічні породи	№ вар.	Метаморфічні породи
1	амфіболіт, вторинний кварцит	11	кварцит, скарн
2	гнейс, глинистий сланець	12	роговик, мармур
3	грануліт, ліственіт	13	гнейс, магнезальний скарн
4	скарн, слюдяний сланець	14	грануліт, філіт
5	кварцит, філітовий сланець	15	глинистий сланець, роговик
6	грейзен, мармур	16	скарн, амфіболіт
7	роговик, тальковий сланець	17	ліственіт, вапняковий скарн
8	кристалічний сланець, кварцит	18	вторинний кварцит, березит
9	березит, яшма	19	мармур, кварцит
10	хлоритовий сланець, гнейс	20	яшма, грейзен



*Приклад відповіді:* Слюдяний сланець може бути продуктом середньотемпературного регіонального метаморфізму гранітів. У процесі метаморфізації частково змінюється мінеральний склад (істотно зменшується вміст польових шпатів за рахунок збільшення вмісту слюди), відбувається розшарування породи, докорінно змінюється текстура (з масивної – сланцювата) і структура (стає лускатою). Мінеральний склад: біотит, мусковіт, рогова обманка. Колір змінюється від сірого до зеленувато-сірого. Стійкий до хімічного вивітрювання.

**Завдання 2.4.** Із числа зазначених порід (табл. 2.9) виділіть магматичні, осадові та метаморфічні породи. Дайте характеристику осадовим породам, вкажіть їх застосування у будівництві.

Таблиця 2.9.

Вихідні дані для виконання завдання 2.4

№ вар.	Гірські породи	№ вар.	Гірські породи
1	кварцит, сієніт, торф, супісок	11	алевроліт, лабрадорит, опока, філіт
2	гнейс, глина, гравій, граніт	12	пісковик, валун, боксит, гнейс
3	вапняк, базальт, мармур	13	конгломерат, гіпс, норит, пемза
4	пісок, глина, діабаз, доломіт	14	вапняк, мармур, крейда, скарн
5	каолін, кам'яна сіль, ріоліт, мул	15	доломіт, діорит, діабаз, діатоміт
6	яшма, мергель, глина, андезит	16	кремій, яшма, опока, обсидіан
7	вапняк, базальт, аргіліт, гнейс	17	травертин, галька, пісковик, граніт
8	сланець, суглинок, гравій, габро	18	лесоподібні суглинки, туф, мул, гіпс
9	брекчія, жорства, грейзен, туф	19	черепашник, скарн, торф, пемза
10	граніт, гіпс, мармур, пісок	20	гранодіорит, лес, граніт, глина

*Приклад відповіді:* Габро, кварцит, суглинок, граніт. Габро і граніт належать до магматичних порід, кварцит – метаморфічна порода, до осадових порід належить суглинок.

Суглинок належить до глинистих (частки менше 0,005 мм) зв'язних осадових гірських порід, містить кварц, польовий шпат, глинисті мінерали, гідроокисли заліза. Колір – світло-коричневий, структура – алевритова, текстура – масивна, шарувата, пориста. Суглинок міцний у сухому стані, але менш ніж глина, при зволоженні пластичний. Застосовується для виготовлення цегли і в силікатній промисловості. Суглинки, що мають лесоподібність, є просадними ґрунтами.

**Завдання 2.5.** З названих нижче гірських порід (табл. 2.10.) виділіть ті, які здатні до розчинення чи вимивання. Розташуйте їх у порядку зростання розчинності. Які із них пропускають воду, а які є водотривами?

Таблиця 2.10.

Вихідні дані для виконання завдання 2.5

№ вар.	Гірські породи	№ вар.	Гірські породи
1	граніт, гіпс, пісок	11	кам'яна сіль, кварцит, глина
2	супісок, мармур, вапняк	12	опока, вапняк, габро
3	аргіліт, базальт, крейда	13	туф, пемза, гіпс
4	мергель, кварцит, вапняк	14	жорства, крейда, пісковик
5	сієніт, вапняк, кам'яна сіль	15	брекчія, граніт, вапняк
6	суглинок, доломіт, гравій	16	глина, ангідрит, трахіт
7	гнейс, глина, гіпс	17	конгломерат, пісок, травертин
8	анортозит, алевроліт, ангідрит	18	доломіт, калійна сіль, граніт
9	пісок, гіпс, сланець	19	мергель, гіпс, торф
10	доломіт, діабаз, мул	20	вапняк, суглинок, порфірит

### 3 ГІРСЬКІ ПОРОДИ ЯК ҐРУНТИ

*Навчальна мета:* надання здобувачам вищої освіти базових знань про фізичні та фізико-технічні властивості ґрунтів для проведення їх класифікації згідно державних стандартів і будівельних норм.

#### 3.1 Фізичні властивості ґрунтів

Ґрунтами називаються гірські породи, ґрунти, техногенні утворення, що становлять багатокомпонентну геологічну систему і є об'єктом інженерно-господарської діяльності людини. Ґрунти вивчає наука ґрунтознавство.

Переважає значення в ґрунтознавстві має вивчення властивостей пухких (крупноуламкових й піщаних) і глинистих порід. Це пояснюється тим, що масивні тверді гірські породи (скельні ґрунти) мають жорсткий зв'язок між зернами і з інженерно-будівельної точки зору виявляються в більшості випадків досить міцними, що не викликають побоювань щодо стійкості будівель і споруд. Пухкі та глинисті гірські породи (ґрунти) характеризуються відсутністю жорсткого зв'язку між частинками і володіють непостійними фізико-механічними властивостями.

Фізичні властивості ґрунтів залежать від співвідношення твердих частинок, рідини (води) і газу; гранулометричного та мінералогічного складу.

Слід виділити три основні фізичні характеристики ґрунту: густина ґрунту  $\rho$ ; вологість  $W$  і густина частинок ґрунту  $\rho_s$ . Основними вони називаються тому, що визначаються лише експериментальним шляхом і слугують для розрахунку інших, так званих похідних характеристик (пористість; коефіцієнт водонасичення  $S_r$ ).

Основні та похідні характеристики застосовуються для оцінки властивостей будь-яких ґрунтів: скельних, напівскельних, дисперсних.

Є характеристики, що застосовуються виключно для класифікації глинистих ґрунтів: вологість на межі текучості  $W_L$ , вологість на межі розкочування  $W_p$ , число пластичності  $I_p$  і показник плинності  $I_L$ .

Фізичні характеристики використовують для класифікації ґрунтів, для виконання розрахунків, для непрямої оцінки властивостей міцності та деформації.

Методи лабораторного визначення фізичних характеристик визначено у ДСТУ Б В.2.1-17:2009 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей». Класифікація ґрунтів за фізичними характеристиками проводиться за ДСТУ Б В.2.1-2-96 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація».

*Густина ґрунту* визначається зі співвідношення:

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3 \quad (3.1)$$

де  $m$  – маса ґрунту, г;  $V$  – об'єм ґрунту,  $\text{см}^3$ .

Густина ґрунту залежить від пористості, вологості, мінералогічного складу і може перебувати в межах від 1,3 до 2,2  $\text{г/см}^3$ .

Для визначення густини найчастіше застосовують метод ріжучого кільця. Суть його полягає в тому, що кільце відомого об'єму  $V$  врізається в ґрунт, а потім шляхом зважування визначають масу  $m$  ґрунту, укладеного в кільці.

*Вологістю*  $W$  називають відношення маси води  $m_w$ , що міститься в порах ґрунту, до маси сухого ґрунту  $m_s$ :

$$W = \frac{m_w}{m_s} 100, \% \quad (3.2)$$

У лабораторії вологість визначають ваговим методом шляхом зважування проби вологого ґрунту і після його висушування в сушильній шафі за температури 100-105 °С до постійної маси. Вологість визначають для тих самих ґрунтів, для яких визначали густину.

При зміні вологості властивості глинистих ґрунтів суттєво змінюються. Залежно від вмісту води, кількості та мінерального складу глинистих частинок ґрунт може мати тверду, пластичну або текучу консистенцію.

Для класифікації глинистих ґрунтів та оцінки їхнього стану за консистенцією необхідно знати ті характерні вологості  $W_p$  і  $W_L$ , за яких ґрунт переходить із твердого стану в пластичний, а з пластичного стану у текучий. Характерні вологості  $W_p$  і  $W_L$  називають також межами пластичності:  $W_p$  – нижня межа пластичності,  $W_L$  – верхня межа пластичності. Крім того, часто використовують терміни:  $W_p$  – межа розкочування,  $W_L$  – межа текучості. Встановлення меж між консистенціями досить умовне. Тому для визначення показників  $W_p$  і  $W_L$  ДСТУ Б В.2.1-17:2009 передбачає стандартні випробування, умови яких слід ретельно виконувати.

*Межею розкочування* вважають таку вологість, за якої ґрунт, розкочується в джгут діаметром 3 мм, починає розпадатися на шматочки довжиною 3-8 мм. Визначення межі розкочування полягає в підборі (шляхом підсушування) такої вологості, за якої з ґрунту вдається отримати необхідний джгут.

*Межа текучості* – це така вологість, за якої стандартний конус вагою 76 г з кутом при вершині  $30^\circ$  занурюється в ґрунтове тісто на 10 мм за 5 с.

*Щільністю сухого ґрунту*  $\rho_d$  називають відношення маси сухого ґрунту  $m_s$  (частинок ґрунту) до об'єму всього ґрунту  $V$  за непорушеної структури:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} 100, \text{ г/см}^3 \quad (3.3)$$

Величина  $\rho_d$  характеризує щільність складання ґрунту і особливо широко використовується для оцінки якості ущільнення ґрунтів у подушках, насипах та інших земляних спорудах.

*Пористістю*  $n$  називають відношення об'єму пор  $V_n$  до всього об'єму ґрунту  $V$

$$n = \frac{V_n}{V} 100, \% \quad (3.4)$$

*Коефіцієнтом пористості*  $e$  називають відношення об'єму пор  $V_n$  до об'єму частинок ґрунту  $V_s$ :

$$e = \frac{V_n}{V_s}, \text{ ч. од.} \quad (3.5)$$

Поняття коефіцієнта пористості використовується надзвичайно широко, оскільки під час навантажень на ґрунт об'єм частинок залишається постійним, а зміна об'єму пор має наочну характерну зміну  $e$ .

### 3.2 Дослідження фізико-технічних властивостей ґрунтів

Для виконання обґрунтувань інженерної споруди необхідно знати фізико-технічні властивості ґрунтів (пористість, консистенцію, модуль деформації, опір зсуву тощо). Їх можна отримати шляхом лабораторних досліджень зразків порід та польовими методами.

*Пористість ґрунту* – ступінь заповнення його об'єму порами.

*Стисливість* – відображає зменшення ґрунту в об'ємі під дією зовнішнього навантаження. Ступінь стисливості ґрунтів в лабораторних умовах визначають на зразках, що знаходяться в металевій обоймі з жорсткими стінками. При польових дослідженнях модуль деформації ґрунту, що характеризується ступенем стисливості визначають дослідженням ґрунту статичними навантаженнями в свердловинах або шурфах із застосуванням штампів. Стискання ґрунту без бокового розширення називають компресійним та визначають за допомогою одометрів. За результатами компресійних досліджень ґрунту отримують графік залежності пористості від напруги.



*Опір зсуву* ґрунтів характеризує їх властивості міцності та обумовлений силами тертя та зчеплення, що виникають між частинками ґрунту. Дослідження на зсув можуть проводитись в шурфах або свердловинах різними методами. В лабораторних та польових умовах дослідження порід на зсув можна виконувати з використанням приладу конструкції Литвинова. За результатами досліджень будують графік граничного опору ґрунту зсуву, на якому зображується залежність зсувного зусилля від вертикального тиску.

В процесі польових досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів широко застосовуються динамічне та статичне зондування.

При *динамічному зондуванні* визначають опір, що чинить ґрунт при забиванні в нього зонду у вигляді конуса діаметром 74 мм та кутом при вершині 60°. Зонд забивають певною кількістю ударів стандартного молотка. Результати спостережень при динамічному зондуванні подають у вигляді східчастих графіків, що характеризуються змінами опорів ґрунту укоріненню зонду, а також розраховують модуль деформації.

При *статичному зондуванні* характеристикою густини та міцності порід є зусилля, що необхідне для заглиблення зонду за допомогою домкрата на певну глибину.

Консистенцію глинистих ґрунтів з непорушеною структурою встановлюють методами мікропенетрації, що оснований на визначенні заглиблення в породу різних наконечників у вигляді голочок, конусів тощо.

Лабораторні роботи виконують для визначення властивостей міцності і деформації, класифікаційних, фізичних та інших властивостей ґрунтів, а також хімічних властивостей ґрунтових вод.

Склад і обсяг лабораторних робіт устанавлюють, виходячи як із цільового призначення вишукувань, так і від наявності ґрунтів із особливими властивостями. Методи виконання лабораторних робіт регламентуються відповідними нормативними документами. Кількість лабораторних випробувань встановлюють у програмі виконання робіт, залежно від необхідності отримання характеристики всіх інженерно-геологічних елементів.

Польові дослідні роботи виконують для отримання даних про властивості ґрунтів у масиві, на місці їх залягання, за неможливості отримання достовірних результатів лабораторними методами; для визначення (уточнення) перехідних коефіцієнтів від лабораторної до натурної моделі, а також під час будівництва будівель і споруд підвищеного рівня відповідальності та у районах розповсюдження ґрунтів із особливими властивостями. Кількість випробувань із визначення характеристик ґрунтів обґрунтовують у програмі виконання робіт з урахуванням попередньо виконаних визначень і складності інженерно-геологічних умов. Мінімальна кількість випробувань для одного попередньо виділеного елемента повинна бути не менше трьох.

### **3.3 Визначення повного класифікаційного найменування ґрунтів**

*Ґрунтами* називаються будь-які гірські породи або тверді відходи виробничої і господарської діяльності людини, що є багатокомпонентною системою, яка змінюється в часі та використовується як основа, середовище або будівельний матеріал.

Для будівельних цілей ґрунти поділяються на 4 класи:

- природні скельні;
- природні дисперсні (нескельні);
- природні мерзлі;
- техногенні.

Усі ґрунти за будівельними властивостями поділяють на два класи:

1. *Скельні ґрунти* – ґрунти з жорсткими структурними зв'язками (кристалізаційними, цементаційними та ін.), наприклад, граніт, вапняк, пісковик;

2. *Нескельні ґрунти* – ґрунти без жорстких структурних зв'язків, наприклад, пухкі: пісок, гравій, жорства та ін., а також ґрунти із слабкими колоїдними зв'язками – зв'язні пилувато-глинисті ґрунти: глина, суглинок, супісок та ін.

До скельних ґрунтів здебільшого відносяться породи магматичного (граніт, базальт, габро та ін.) і метаморфічного (мармур, гнейс та ін.) походження, а також зцементовані осадові породи (вапняк, пісковик, доломіт, крейда та ін.), зв'язки між частинками яких придбали жорстку структуру за допомогою різних видів природних цементів (кременистий, карбонатний, залістий, сульфатний, глинистий).

Нескельні ґрунти є продуктами вивітрювання скельних ґрунтів різного розміру:

- 1) крупноуламкові (валуни, щебінь та ін.);
- 2) піщані різного розміру (піски крупні, піски середньої крупності та ін.);
- 3) пилувато-глинисті (супіски, суглинки і глини).

В цілому скельні ґрунти відрізняються підвищеною міцністю, стійкістю до руйнування, великою щільністю, тому вони є надійними основами будівель та споруд.

Використання ґрунтів в інженерній практиці вимагає знання їх фізико-механічних властивостей, які описуються їх повним класифікаційним найменуванням.

### 3.3.1 Визначення повного класифікаційного найменування скельних ґрунтів

За міцністю скельні ґрунти поділяють за показником  $R_c$  – межею міцності на одновісьовий стиск у водонасиченому стані, МПа. Скельні ґрунти, які мають  $R_c \leq 5$  МПа, називаються напівскельними. Різновиди ґрунтів залежно від  $R_c$  наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Різновиди ґрунтів за міцністю

Різновиди ґрунтів	Показник $R_c$ , МПа
Скельні ґрунти	
дуже міцні	$R_c > 120$
міцні	$120 \geq R_c > 50$
середньої міцності	$50 \geq R_c > 15$
маломіцні	$15 \geq R_c > 5$
Напівскельні ґрунти	
зниженої міцності	$5 \geq R_c > 3$
низької міцності	$3 \geq R_c \geq 1$
дуже низької міцності	$R_c < 1$

Крім того, в класі скельних ґрунтів виділяються також *штучні* – закріплені у природному заляганні тріщинуваті скельні та нескельні ґрунти. Ці ґрунти поділяються за способом закріплення (цементация, силікатизация, бітумізация, випал та ін.) та визначаються за табл. 3.1.

Показник розм'якшення – це коефіцієнт розм'якшення у воді  $k_{saf}$ , який визначається з співвідношення:

$$k_{saf} = \frac{R_c}{R_s} \quad (3.6)$$

де  $R_c$  і  $R_s$  – межа міцності зразків ґрунту на одновісьовий стиск, відповідно у водонасиченому і повітряно-сухому станах, МПа.

За показником розм'якшення скельні ґрунти поділяються згідно табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Різновиди ґрунтів за показником розм'якшення

Різновиди ґрунтів	Показник розм'якшення $k_{saf}$
Нерозм'яклі	$k_{saf} \geq 0,75$
Розм'яклі	$k_{saf} < 0,75$

Показником вивітрювання ґрунту, який характеризує ступінь руйнування ґрунту під дією таких чинників вивітрювання, як коливання температури, дія кисню, води, вітру, сонячної радіації та ін., є коефіцієнт вивітрювання  $k_{wr}$ , який дорівнює:

$$k_{wr} = \frac{\rho}{\rho_m} \quad (3.7)$$

де  $\rho$  - щільність ґрунту, який досліджується, г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>);

$\rho_m$  – щільність цього ж ґрунту в монолітному (незруйнованому) стані, г/см<sup>3</sup> (т/м<sup>3</sup>).

За показником вивітрювання скельні ґрунти поділяють згідно з табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Скельні ґрунти

Скельні ґрунти	Характеристика масивів ґрунтів і ступінь їх руйнування
Незруйновані (монолітні)	Суцільний масив $k_{wr} = 1$
Слабовивітрілі (тріщинуваті)	Незміщені окремісті (глиби) $1 > k_{wr} \geq 0,9$
Вивітрілі	Скупчення уламків, що переходять у тріщинувату скелю $0,9 > k_{wr} \geq 0,8$
Дуже вивітрілі (рухляки)	Весь масив у вигляді окремих уламків $k_{wr} < 0,8$

У деяких ґрунтах напівскельного типу можуть міститися різні солі, розчинення яких може негативно позначитися на механічних властивостях ґрунту.

За показником засоленості – відсотковому вмісту легко- і середньорозчинної солі в масі абсолютно сухого ґрунту виділяють різновиди відповідно до табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Різновиди ґрунтів за показником засоленості

Різновиди ґрунтів	Показник засоленості, %
Незасолені	Менше 2
Засолені	2 і більше

Деякі види скельних і напівскельних ґрунтів, що мають осадове походження, можуть розчинятися у воді. Відповідно до ступеня розчинності ґрунти поділяються згідно з табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Різновиди ґрунтів за ступенем розчинності

Різновиди ґрунтів	Ступінь розчинності, г/л
Нерозчинні	Менше 0,01
Важкорозчинні: Вапняк, доломіт	0,01-1
Середньорозчинні: Крейда, гіпс, ангідрит	1-10
Легкорозчинні: Кам'яна і калійна сіль	Більше 10

3.3.2 Визначення повного класифікаційного найменування нескельних ґрунтів

Природні нескельні ґрунти поділяються на дві групи:

- 1) уламкові ґрунти – незв'язні пухкі ґрунти, що не мають пластичності;
- 2) пилувато-глинисті ґрунти – зв'язні ґрунти, що мають пластичність.

Таким чином, наявність або відсутність пластичних властивостей у ґрунті є підставою для віднесення його до вказаних груп.

Уламкові ґрунти підрозділяють на дві підгрупи:

- 1) великоуламкові ґрунти;
- 2) піщані ґрунти.

Класифікують уламкові ґрунти за їх гранулометричним складом з наданням відповідного найменування. Гранулометричний склад встановлюється, як правило, ситовим методом. Оцінка закругленості частинок ґрунтів виконується шляхом візуального огляду.

Найменування крупноуламкового ґрунту залежно від відсоткового вмісту фракцій (уламків) різного розміру вибирають відповідно до табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Найменування крупноуламкового ґрунту

Найменування ґрунту		Розміри уламків (фракцій), мм	Вміст уламків (фракцій), %
із закруглених уламків	з незакруглених уламків		
Валунний ґрунт	Бриловий ґрунт	>200	>50
Гальковий ґрунт	Щебенистий ґрунт	>10	>50
Гравійний ґрунт	Жорствяний ґрунт	>2	>50

Найменування піщаного ґрунту залежно від відсоткового вмісту фракцій вибирають згідно з табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Найменування піщаного ґрунту

Найменування ґрунту	Розміри уламків (фракцій), мм	Вміст уламків (фракцій), %
Пісок гравійний	>2	>25
Пісок крупний	>0,5	>50
Пісок середньої крупності	>0,25	>50
Пісок дрібний	>0,1	≥75
Пісок пилюватий	>0,1	<75

Ступінь вологості ґрунту  $S_r$  – це показник, який є мірою заповнення пор ґрунту водою, який визначається за формулою:

$$S_r = \frac{V_w}{V_n} = \frac{W \rho_s}{e \rho_w} \quad (3.8)$$

де  $V_w$  – об'єм води, см<sup>3</sup>;

$V_n$  – об'єм пор, см<sup>3</sup>;

$e$  – коефіцієнт пористості ґрунту,

За ступенем вологості  $S_r$  крупноуламкові та піщані ґрунти поділяються на різновиди відповідно до табл. 3.8.

Таблиця 3.8.

Різновиди ґрунтів за ступенем вологості

Різновиди ґрунтів	Ступінь вологості $S_r$ , од.
Маловологі	$S_r \leq 0,5$
Вологі	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насичені водою	$0,8 < S_r \leq 1,0$

Щільність будови пісків визначається за таблицею 3.9 відповідно до найменування піщаного ґрунту і величини коефіцієнта пористості  $e$ .

Таблиця 3.9

Найменування піщаного ґрунту

Найменування піщаного ґрунту	Щільність будови пісків		
	щільні	середньої щільності	пухкі
Гравійні, крупні та середньої крупності	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,70$
Дрібні	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пилуваті	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Ступінь неоднорідності  $C_u$  встановлюється лише для піщаних ґрунтів. Для визначення ступеня неоднорідності  $C_u$  необхідно побудувати інтегральну криву гранулометричного складу ґрунту (див. рис. 3.1). Крива гранулометричного складу є графіком, який відображає сумарний відсоток по масі всіх фракцій (уламків) до певного діаметра.

Для побудови кривої на вісі абсцис відкладають діаметри частинок в міліметрах, починаючи з найдрібнішої фракції, а на вісі ординат – відсотковий вміст фракцій.

Після побудови інтегральної кривої з точок її перетину з лініями 10 % і 60 % опускають перпендикуляри на вісь абсцис і визначають ефективні діаметри фракцій  $d_{10}$  і  $d_{60}$ . Потім знаходять ступінь неоднорідності ґрунту  $C_u$  за формулою:

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (3.9)$$

де  $d_{60}$  – діаметр частинок, менше за які в даному ґрунті міститься по масі 60% частинок;  
 $d_{10}$  – діаметр частинок, менше за які в даному ґрунті міститься по масі 10 % частинок.

За ступенем неоднорідності піщані ґрунти діляться на три підгрупи:

- 1) при  $C_u < 3$  – однорідний ґрунт;
- 2) при  $6 \geq C_u \geq 3$  – неоднорідний ґрунт;
- 3) при  $C_u > 6$  – дуже неоднорідний ґрунт.

Відносний вміст органічних речовин в пісках визначається показником  $I_{om}$ :

- $I_{om} \leq 0,03$  – піски без домішок органічних речовин;
- $0,03 < I_{om} \leq 0,1$  – піски з домішкою органічних речовин;
- $I_{om} > 0,1$  – піски заторфовані.

Найменування пилувато-глинистого ґрунту визначається його пластичними властивостями або пластичністю.

Кількісною характеристикою пластичних властивостей ґрунту є число пластичності  $I_P$ , яке дорівнює різниці вологості ґрунту на межі текучості  $W_L$  і на межі розкочування  $W_P$ , тобто записується у вигляді:

$$I_P = W_L - W_P \quad (3.10)$$

За числом пластичності пилувато-глинисті ґрунти поділяються на три види (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Найменування пилувато-глинистого ґрунту

Найменування пилувато-глинистого ґрунту	Число пластичності $I_P$
Супісок	$0,01 \leq I_P \leq 0,07$
Суглинок	$0,07 < I_P \leq 0,17$
Глина	$I_P > 0,17$

При  $I_P < 0,01$  ґрунт слід відносити до піщаних ґрунтів.

Консистенція пилувато-глинистого ґрунту  $I_L$  – це показник, що характеризує його стан, який визначається за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} \quad (3.11)$$

де  $W$  – природна вологість ґрунту, од.;

$W_p$  – вологість ґрунту на межі розкочування (коли ґрунт можна розкотати у жгут товщиною 3мм, який кришиться по всій довжині на окремі кусочки довжиною 3-10мм), од.;

$W_L$  – вологість ґрунту на межі текучості (коли в ґрунт занурюється стандартний балансирний конус на 10мм за 5 секунд), од.;

$I_p$  – число пластичності, од.

Різновиди пилувато-глинистих ґрунтів за показником  $I_L$  наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Різновиди пилувато-глинистих ґрунтів

Різновиди пилувато-глинистих ґрунтів	Показник текучості $I_L$
Супіски:	
тверді	$I_L < 0$
пластичні	$0 \leq I_L \leq 1$
текучі	$I_L > 1$
Суглинки і глини:	
тверді	$I_L < 0$
напівтверді	$0 \leq I_L \leq 0,25$
тугопластичні	$0,25 < I_L \leq 0,5$
м'якопластичні	$0,5 < I_L \leq 0,75$
текучопластичні	$0,75 < I_L \leq 1$
текучі	$I_L > 1$

Відносний вміст органічних речовин в пилувато-глинистих ґрунтах  $I_{om}$  визначається наступними межами:

- $I_{om} \leq 0,05$  – ґрунт без домішки органічних речовин;
- $0,05 < I_{om} \leq 0,1$  – ґрунт з домішкою органічних речовин;
- $I_{om} > 0,1$  – ґрунт заторфований.

Набухання та усадка пилувато-глинистих ґрунтів. Набуханням називають властивість деяких ґрунтів при зволоженні збільшуватися в об'ємі (набухати) як за рахунок потовщення водних оболонок навкруги колоїдних частинок, так і за рахунок хімічних процесів, що спричиняють за собою зміну складу і об'єму самих частинок.

Набухати можуть практично всі глинисті ґрунти, у тому числі суглинки делювіального і елювіального походження. Яскраво виражені властивості набухання мають стрічкові глини, що містять мінерал монтморилоніт, які при замочуванні здатні збільшувати свій об'єм майже в 4 рази.

Усадка – це зворотний набуханню процес, який викликає зменшення об'єму і лінійних розмірів зразка ґрунту при висиханні.

Просідання лесових ґрунтів – це явище, яке пов'язане з дією води на структуру ґрунту з подальшим її руйнуванням. При цьому додаткова деформація (просідання) лесового ґрунту може відбуватися як під дією його власної ваги, так і при сумарному тиску власної ваги ґрунту і ваги будівлі (споруди).

До просадних ґрунтів відносяться суглинки, рідше глини і супіски, з високим коефіцієнтом пористості  $e \geq 0,7$  і низькою природною вологістю  $W$  від 8 до 17% ( $S_r \leq 0,5$ ;  $W < W_p$ ), а також низькою щільністю в сухому стані  $\rho_d = 1,6 \text{ г/см}^3$ .



### 3.4 Класифікація ґрунтів згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96

Для оцінки будівельних властивостей ґрунтів проводиться їх класифікація згідно з ДСТУ Б В.2.1-2-96 і нормування за ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення». ДСТУ Б В.2.1-2-96 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація» поширюється на всі ґрунти і встановлює їх класифікацію, що застосовується під час проведення інженерно-геологічних вишукувань, проектуванні та будівництві.

Для незв'язних ґрунтів визначаються:

- різновид за гранулометричним складом (табл. 3.6, 3.7);
- різновид за ступенем водонасичення (за  $S_r$ ) (табл. 3.8);
- різновид за щільністю будови (табл. 3.9);
- модуль деформацій ґрунту  $E$  (табл. 3.12);
- розрахунковий опір ґрунту  $R_0$  (табл. 3.13).

Таблиця 3.12

Нормативні значення модуля деформації піщаних ґрунтів

Піщані ґрунти	Модуль деформації ґрунтів $E$ (МПа) при коефіцієнті пористості $e$ , що дорівнює			
	0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелисті та крупні	50	40	30	-
Середньої крупності	50	40	30	-
Дрібні	48	38	28	18
Пилуваті	39	28	18	11

Примітка: Для ґрунтів із проміжними значеннями коефіцієнту пористості  $e$  значення модуля деформації  $E$  визначаються інтерполяцією.

Таблиця 3.13

Розрахункові опори  $R_0$  піщаних ґрунтів

Піски	Значення $R_0$ (кПа), залежно від щільності будови пісків	
	щільні	середньої щільності
Крупні	600	500
Середньої крупності	500	400
Дрібні:		
маловологі	400	300
вологі та насичені водою	300	200
Пилуваті:		
маловологі	300	250
вологі	200	150
насичені водою	150	100

Примітки:

1. Розрахункові опори ґрунтів основи  $R_0$ , які наведені в таблиці, призначені для попереднього визначення розмірів фундаментів.
2. Для ґрунтів із проміжними характеристиками густини значення  $R_0$  визначаються інтерполяцією.
3. Значення  $R_0$  відносяться до фундаментів, що мають ширину  $b_0=1$  м і глибину закладання  $d_0=2$  м.

Для глинистих ґрунтів визначаються:

- різновид за числом пластичності  $I_p$  (табл. 3.10);
- різновид за показником текучості  $I_L$  (табл. 3.11);
- різновид за гранулометричним складом і числом пластичності  $I_p$  (табл. 3.14);
- модуль деформацій ґрунту  $E$  (табл. 3.15);
- розрахунковий опір ґрунту  $R_0$  (табл. 3.16).

Таблиця 3.14.

Розподіл глинистих ґрунтів за числом пластичності  $I_p$  і гранулометричним складом

Різновид глинистих ґрунтів	Число пластичності $I_p$	Вміст піщаних частинок (2-0,5 мм), % за масою
<i>Супісок:</i>		
піщаний	1-7	$\geq 50$
пилуватий	1-7	$< 50$
<i>Суглинок:</i>		
легкий піщаний	7-12	$\geq 40$
легкий пилуватий	7-12	$< 40$
важкий піщаний	12-17	$\geq 40$
важкий пилуватий	12-17	$< 40$
<i>Глина:</i>		
легка піщана	17-27	$\geq 40$
легка пилувата	17-27	$< 40$
важка	$> 27$	не регламентується

Таблиця 3.15

Нормативні значення модуля деформації пилувато-глинистих ґрунтів

Назва ґрунтів і межі нормативних значень їх показника текучості		Модуль деформації ґрунтів $E$ (МПа) при коефіцієнті пористості $e$ , що дорівнює							
		0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супіски	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	12	8	6	5
Глини	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7

Примітка: Для ґрунтів із проміжними значеннями коефіцієнта пористості  $e$  і показника текучості  $I_L$  значення  $E$  визначаються інтерполяцією.

Таблиця 3.16

Розрахункові опори  $R_0$  пілувато-глинистих (непросадних) ґрунтів

Пілувато-глинисті ґрунти	Коефіцієнт пористості $e$	Значення $R_0$ (кПа), при показнику текучості ґрунту	
		$I_L=0$	$I_L=1$
Супіски	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глини	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Примітки:

1. Розрахункові опори ґрунтів основи  $R_0$ , які наведені в таблиці, призначені для попереднього визначення розмірів фундаментів.
2. Для ґрунтів із проміжними значеннями коефіцієнта пористості  $e$  і показника плинності  $I_L$  значення  $R_0$  визначають інтерполяцією.
3. Значення  $R_0$  відносяться до фундаментів, що мають ширину  $b_0=1$  м і глибину закладання  $d_0=2$  м.

### 3.5 Завдання

**Завдання 3.1.** Скласти зведену таблицю властивостей і характеристик для ґрунтів наведених у таблиці 3.17. Тип і найменування ґрунту задає викладач.

Таблиця 3.17

Вихідні дані до виконання завдання 3.1

Типи ґрунту	Найменування ґрунтів
1	граніти, діорити, габро, діабазити
2	базальти, андезити, трахіти, туфи
3	гнейси, кварцити, сланці
4	мармури, кварцити
5	брекчії, мілоніти
6	пісковики, алевроліти, аргіліти
7	опока, трепел, гіпс, галіт
8	крейда, мергель, глинистий пісковик
9	силікатизовані та бітумізовані
10	цементовані, силікатизовані
11	бітумізовані та термічно закріплені
12	насипні, наливні та ущільнені
13	валун, гравій, галька
14	піски різної крупності та супіски легкі
15	леси та лесоподібні породи
16	мули та наносні ґрунти
17	супіски важкі, суглинки, глини
18	слабо-, середньо-, добре і сильно розкладені торфи

*Приклад відповіді.* доломіт – скельний ґрунт. Щільність вивітрілого ґрунту –  $\rho=1,89\text{г/см}^3$ . Щільність невивітрілого ґрунту –  $\rho_m=2,76\text{г/см}^3$ . Тимчасовий опір одновісному стиску в

повітряно-сухому стані –  $R_s=14,6$ МПа. Тимчасовий опір одновісному стиску у водонасиченому стані –  $R_c=5,8$ МПа. Ступінь розчинності у воді –  $0,05$ г/л.

1 За табл. 3.1 визначаємо різновид ґрунту за показником  $R_c=5,8$ МПа. Отже, ґрунт – маломіцний.

2 Знаходимо коефіцієнт розм'якшення у воді

$$k_{saf} = \frac{R_c}{R_s} = \frac{5,8}{14,6} \cong 0,4.$$

Згідно з табл. 3.2 ґрунт відноситься до розм'яклих.

3 Знаходимо коефіцієнт вивітрілості ґрунту

$$k_{wr} = \frac{\rho}{\rho_m} = \frac{1,89}{2,76} = 0,68.$$

Відповідно до табл. 3.3 ґрунт є дуже вивітрілим (рухляк).

4 Дані про засоленість ґрунту відсутні, тому в повному класифікаційному найменуванні ґрунту цей показник не бере участь.

5 За табл. 3.5 визначаємо різновид ґрунту за ступенем розчинності у воді. Ґрунт – важкорозчинний.

**Висновок:** ґрунт – доломіт маломіцний, розм'який, дуже вивітрілий, важкорозчинний.

**Завдання 3.2.** За наведеними фізичними характеристиками (табл. 3.18) необхідно провести класифікацію ґрунту згідно з ДСТУ Б В.2.1-2-96 і нормування за ДБН В.2.1-10:2018.

Таблиця 3.18

Вихідні дані до виконання завдання 3.2

№ вар.	Фракції, %					e	S <sub>r</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>
	2-1мм	1-0,5 мм	0,5-0,25 мм	0,25-0,1 мм	<0,1 мм				
1	16	37	10	14	23	0,68	-	3	0
2	10	20	15	45	10	0,71	0,63	-	-
3	7	12	14	21	46	0,68	-	5	0,90
4	-	-	30	55	15	0,65	0,81	-	-
5	-	40	30	5	25	0,60	0,58	-	-
6	5	25	25	30	15	0,67	0,54	-	-
7	-	2	13	10	75	0,87	-	25	0,10
8	7	-	14	26	53	0,95	-	18	0,56
9	-	4	12	27	57	0,75	-	11	0,68
10	3	10	17	16	54	0,68	-	15	0,95
11	-	-	-	75	25	0,73	0,52	-	-
12	13	29	12	14	32	0,76	-	16	1,28
13	1	12	10	19	58	0,85	-	13	0,85
14	9	8	13	20	50	0,91	-	10	0,55
15	-	9	17	31	43	0,57	-	11	0,38
16	-	40	15	40	5	0,75	0,78	-	-
17	-	50	10	25	15	0,52	0,48	-	-
18	3	9	17	24	47	0,60	-	12	0,72
19	1	7	21	16	55	0,84	-	11	0,42
20	-	9	11	24	56	0,71	-	8	0

*Приклад відповіді:* при вмісті піщаних частинок (розмір фракції ґрунту від 2 до 0,5 мм)  $\geq 50$  %, числі пластичності  $I_p=2$ , показнику плинності  $I_L=0,5$ , коефіцієнти пористості  $e=0,7$ , заданий ґрунт належить до супісків піщаних, пластичних, з розрахунковим опором  $R_0=225$  кПа і модулем деформації  $E=13$  МПа.



## 4 ОСНОВИ ГЕОХРОНОЛОГІЇ. УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА ГЕОЛОГІЧНИХ КАРТАХ І РОЗРІЗАХ

*Навчальна мета:* надання здобувачам вищої освіти знань про методи визначення абсолютного та відносного віку гірських порід та основні вимоги до умовних позначень на геологічних картах і розрізах.

### 4.1 Вік гірських порід. Хроностратиграфічна шкала

Для оцінки властивостей гірських порід, у тому числі з метою використання для будівництва, необхідно встановити їхній вік та умови залягання. Показники віку порід вказують у всій геологічній документації, на геологічних розрізах і картах. Загальні закономірності умов розвитку та змін земної кори вивчає історична геологія, а безпосередньо залягання шарів осадових порід окремих територій та їхній вік – стратиграфія та геохронологія.

*Стратиграфія* займається вивченням залягання осадових (і пірокластичних) гірських порід і визначенням їхнього відносного геологічного віку. Стратиграфію будь-якого району становить послідовність напластування порід, що складають його, положення інших геологічних утворень, які зображують на геологічних розрізах.

В основі стратиграфії закладено два теоретичних принципи: закон нашарування Стено і закон відповідності флори і фауни Гекслі. Відповідно до закону нашарування, введеним у геологію Ніколасом Стено ще у XVII ст., пласти гірських порід, що лежать вище, як правило, є молодшими, ніж ті, що залягають глибше. Відповідно до закону Гекслі, шари, що містять залишки однакових викопних видів живих організмів, мають однаковий вік.

*Геохронологія* – це вчення про хронологічну послідовність формування і вік гірських порід, що складають земну кору. Розрізняють абсолютну та відносну геохронологію.

Абсолютна геохронологія встановлює абсолютний вік гірських порід, виражений в одиницях часу (зазвичай у мільйонах років). Для визначення абсолютного віку розроблено методи, засновані на вивченні процесів радіоактивного розпаду урану, торію, рубідію, ізотопу вуглецю  $C_{14}$  та інших елементів, які містяться в мінералах, що складають гірські породи. Наприклад, визначивши в мінералі уранініт спільний вміст  $U_{238}$  і одного з продуктів його радіоактивного розпаду  $Pb_{206}$ , можна дізнатися час, що минув з моменту утворення мінералу і породи, тобто їхній абсолютний вік.

Відносна геохронологія полягає у визначенні відносного геологічного віку гірських порід, тобто які відклади в земній корі є більш молодими, а які більш давніми. Відносний вік порід має спеціальні літерні та цифрові позначення, а на геологічних картах і розрізах позначається певним кольором.

Для встановлення віку порід і порівняння стратиграфії віддалених одна від одної територій (материків, країн, регіонів) використовується палеонтологічний метод, який заснований на вивченні скам'янілих залишків і слідів вимерлих тварин і рослин похованих у пластах гірських порід. Найкраще зберігаються залишки водних організмів (морські черепашки, корали, скелети й зуби риб, рис. 4.1 а-в), але й часто знаходять і сліди життя на суходолі: відбитки листя дерев, скам'янілі скелети наземних тварин, сліди лап (рис. 4.1 г-д). Зіставлення скам'янілостей із різних пластів дало змогу встановити закономірності процесу розвитку органічного життя і виділити в історії Землі низку геологічних етапів із властивим кожному з них комплексом флори і фауни. Гірські породи, які утворилися в ці етапи, складають основу загальної стратиграфічної шкали, а час, за який утворилися ці породи – основу геохронологічної шкали.

*Хроностратиграфія* – це розділ стратиграфії, який спрямований на встановлення віку геологічних об'єктів для періодизації історії Землі. На геохронологічній (хроностратиграфічній) шкалі наведена найсучасніша версія хронології розвитку нашої планети.

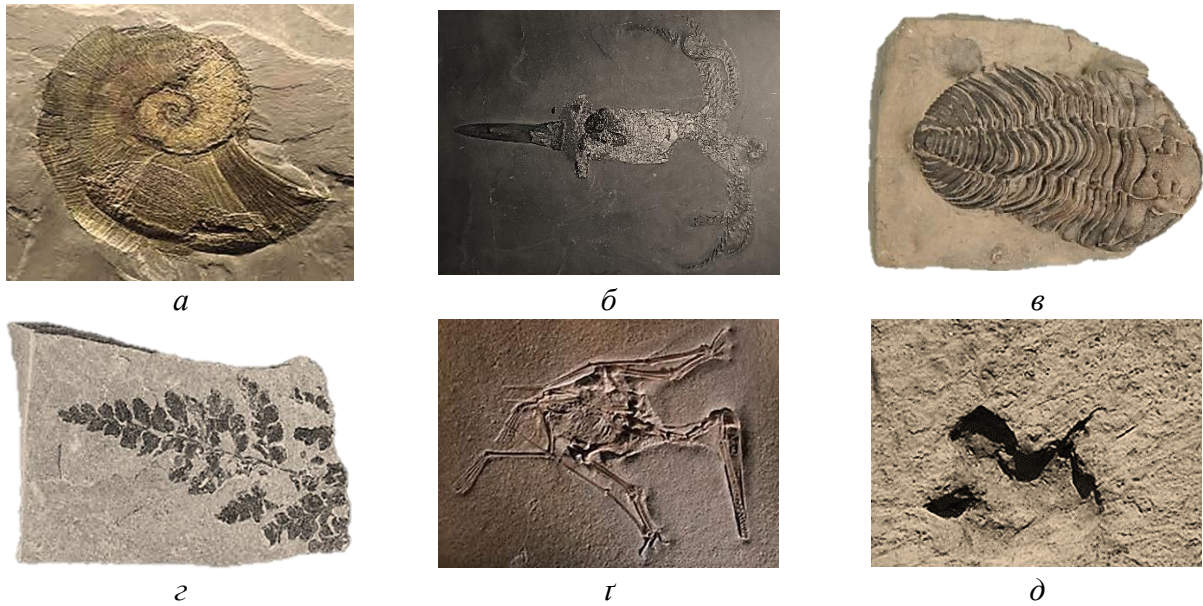


Рис. 4.1. Викопні рештки:

а – амоніт, б – белемніт; в – трилобіт; г – відбиток листка папороті на вугіллі;  
 г – скам'янілі залишки птеродактиля; д – скам'янілість слідів динозавра

Постійну роботу зі стандартизації та оновлення Міжнародної хроностратиграфічної шкали – International Stratigraphic Chart (ICC) проводить Міжнародна Комісія зі Стратиграфії (ICS) – найбільша і найстарша в Міжнародному союзі геологічних наук (IUGS). Її основна мета полягає в тому, щоб точно зафіксувати глобальні стратиграфічні одиниці (групи, системи, відділи), які є основою для елементів часу (ери, періоди, епохи) Міжнародної геохронологічної шкали, встановлюючи, таким чином, загальні стандарти фундаментального масштабу для відображення історії Землі.

Підкомісія зі стратиграфічної інформації розробляє зведену таблицю стратотипів Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP), на основі якої періодично оновлюється і вдосконалюється Міжнародна хроностратиграфічна шкала. Сучасна геохронологічна шкала є результатом майже двохсотрічної роботи вчених-геологів. Сучасна версія шкали ICC наведена за даними на березень 2020 року.

*Геохронологічна (хроностратиграфічна) шкала* – це шкала відносного геологічного часу, яка побудована на основі визначених історичною геологією етапів формування земної кори і встановлених палеонтологією, історії розвитку різних форм життя на Землі. Вона являє собою послідовність стратиграфічних елементів відповідно до часу їх утворення. Геохронологічна шкала має вигляд повної ідеальної геологічної колонки всіх земних відкладів без пропусків і є еталоном для кореляції різних місцевих стратиграфічних одиниць. Межі між стратиграфічними елементами проходять за суттєвими подіями геологічних змін земної кори або етапами еволюції живих організмів. Сучасна геохронологічна шкала наведена в табл. 4.1.

Геохронологічна шкала відображає природні етапи в історії Землі в висхідному порядку від найдавніших до сучасного етапу. У лівому верхньому кутку – голоцен (тобто геологічний "наш час"), а в правому нижньому – найбільш ранній період існування планети.

Основні одиниці підрозділів цієї шкали: еони, ери, періоди, епохи, вік. Стратиграфічні підрозділи є невід'ємними складовими геохронологічної шкали, її речовим вираженням. Якщо головним об'єктом геохронологічної шкали є геологічний час, то об'єктом стратиграфічної частини шкали є комплекси гірських порід, що утворилися протягом цього геологічного часу. Кожному геохронологічному підрозділу відповідає стратиграфічний підрозділ: ері – група, періоду – система тощо. В іноземній літературі групи називають ератемами, відділи – серіями, а яруси – стадіями

Таблиця 4.1.

## Міжнародна хроностратиграфічна шкала (версія 2020/03)

Еон	Ера	Період	Епоха	Початок, млн. років тому	
Фанерозой	Кайнозой, Kz	Антропоген, Q	Голоцен, Q <sub>2</sub>	0,0042	
			Плейстоцен, Q <sub>1</sub>	0,126	
		Неоген, N	Пліоцен, N <sub>2</sub>	3,600	
			Міоцен, N <sub>1</sub>	7,246	
		Палеоген, P	Олігоцен, P <sub>3</sub>	27,82	
			Еоцен, P <sub>2</sub>	37,8	
			Палеоцен, P <sub>1</sub>	59,2	
		Мезозой, Mz	Крейда, K	Пізня, K <sub>2</sub>	72,1 ± 0,2
				Рання, K <sub>1</sub>	~ 113,0
	Юра, J		Мальм, J <sub>3</sub>	152,1 ± 0,9	
			Доггер, J <sub>2</sub>	166,1 ± 1,2	
			Лейас, J <sub>1</sub>	182,7 ± 0,7	
	Триас, T		Пізній, T <sub>3</sub>	~ 208,5	
			Середній, T <sub>2</sub>	~ 242	
			Ранній, T <sub>1</sub>	251,2	
	Палеозой, Pz		Перм, P	Лопінгій, P <sub>3</sub>	254,14 ± 0,07
		Гваделупій, P <sub>2</sub>		265,1 ± 0,4	
		Цисуралій, P <sub>1</sub>		283,5 ± 0,6	
		Карбон, C	Пенсильваній C <sub>3</sub> , C <sub>2</sub>	303,7 ± 0,1	
			Міссісіпій C <sub>1</sub>	330,9 ± 0,2	
		Девон, D	Пізній, D <sub>3</sub>	372,2 ± 1,6	
			Середній, D <sub>2</sub>	387,7 ± 0,8	
			Ранній, D <sub>1</sub>	407,6 ± 2,6	
		Силур, S	Пржидоль, S <sub>3</sub>	423,0 ± 2,3	
			Лудлов, S <sub>3</sub>	425,6 ± 0,9	
			Венлок, S <sub>2</sub>	430,5 ± 0,7	
			Лландоверій, S <sub>1</sub>	438,5 ± 1,1	
		Ордовик, O	Пізній, O <sub>3</sub>	445,2 ± 1,4	
			Середній, O <sub>2</sub>	467,3 ± 1,1	
			Ранній, O <sub>1</sub>	477,7 ± 1,4	
Кембрій, C	Фуронгій, C <sub>4</sub>	~ 489,5			
	Мяолінг, C <sub>3</sub>	~ 500,5			
	Епоха 2, C <sub>2</sub>	~ 514			
	Терреновіан, C <sub>1</sub>	~ 529			

Еон	Ера	Період	Епоха	Початок, млн. р. тому
Протерозой Pt	Неопротерозой	Едіакарій		~ 635
		Кріогеній		~ 720
		Тоній		1000
	Мезопротерозой	Стеній		1200
		Ектазій		1400
		Калімії		1600
	Палеопротерозой	Статерій		1800
		Орозирій		2050
		Рясій		2300
		Сидерій		2500
Архей Ar	Неоархей		2800	
	Мезоархей		3200	
	Палеоархей		3600	
	Еоархей		4000	
Гадаей Gd	Неогадей		4130	
	Мезогадей		4280	
	Палеогадей		4533	
	Еогадей		4570	

Назви кожного підрозділу в геохронологічній шкалі, найчастіше походять від грецьких слів (ін.-грец. ἀρχαῖος - археос - древній, φανερός - фанерос - явний, ζωή - зое - життя тощо) або від місця, де їх уперше було виділено. Крім того, кожен підрозділ має свій суворо визначений колір (наприклад, юра - синій, неоген - лимонно-жовтий тощо) та індекс, який складається з початкових літер назви підрозділу і цифр. Наприклад, назви ер (груп) позначаються двома великими літерами: архей – AR, кайнозой – KZ тощо. Періоди (системи) позначають однією великою літерою: четвертинний період – Q, юрський період – J, крейдяний період – K. Епохи (відділи) позначаються за допомогою цифрових нижніх індексів: пізньотріасова епоха – T<sub>3</sub>, середньотріасова – T<sub>2</sub>, ранньотріасова – T<sub>1</sub>. Індекс ярусу розміщують праворуч від індексу відділу у вигляді однієї або двох малих літер у назві ярусу. Дві літери використовуються в тих випадках, коли в одній системі є яруси, назви яких починаються з однакової літери. При цьому в індексі більш давнього ярусу вказують одну малу початкову літеру з назви ярусу, а в індексі більш молодих ярусів будуть дві літери з назви ярусу (перша і найближча приголосна). Наприклад: франський ярус верхнього девону D<sub>3f</sub>, фаменський ярус верхнього девону – D<sub>3fm</sub>; лландоверійський ярус нижнього силуру – S<sub>1l</sub>, лудловський ярус верхнього силуру – S<sub>2ld</sub>.

Назви системам (періодам) і ярусам (віку) давали найчастіше, відповідно з географічними назвами територій розповсюдження цих відкладів. Наприклад, назва кембрійської системи походить від лат. Cambria (назва Уельсу у складі Римської імперії), девонської – від графства Девоншир в Англії, пермської – від міста Перм, юрської – від гір Юра у Франції. Приклади географічних назв ярусів (віку): данський, башкирський, кампанський, коньякський (провінції Шампань і Коньяк у Франції). На честь стародавніх племен названо ордовицьку та силурійську системи (племена кельтів, ордовіків та силурів). Іноді використовувалися назви, пов'язані з переважним складом порід: кам'яновугільна



система названа через наявність великої кількості вугільних пластів, а крейдяна – через широке поширення письмової крейди, що відкладалася в крейдяний період.

Найтриваліші геохронологічні підрозділи, що об'єднують кілька ер, називаються еонами. Нині виділяють два еони: криптозойський (або докембрійський) і фанерозойський. Тривалість більш давнього – докембрійського еону становить близько 5/6 усієї геологічної історії Землі.

#### 4.2 Умовні позначення на геологічних картах і розрізах

Уся історія Землі поділена на часові проміжки. На основі методів відносної та абсолютної геохронології були створені суміщені стратиграфічна і геохронологічна шкали. Перша застосовується для позначення на карті комплексів гірських порід, що сформувалися за певний проміжок часу; у другій зазначено часові рамки стратиграфічних підрозділів, тобто кожному стратиграфічному підрозділу відповідає геохронологічний підрозділ. Кожній таксонометричній одиниці відповідають встановлені літерні й цифрові індекси та колір, обов'язковий для всіх геологічних карт і розрізів. На геологічних картах і розрізах вік гірських порід позначається своїм забарвленням. При цьому більш давні підрозділи системи мають темніший відтінок відповідного кольору, а молодші – світліший відтінок того самого кольору.








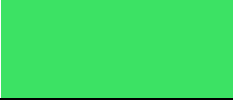
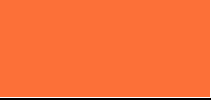



На сьогодні виділяють 12 періодів, назви більшої частини яких походять від місць, де вони вперше були описані. Четвертинний період називають антропогеновим, оскільки саме в цьому віковому інтервалі з'являється людина. Для індексації систем вживають одну велику літеру латинського алфавіту або особливий символ: Є – кембрій, О – ордовик, S – силур, D – девон, С – карбон, Р – перм, Т – триас, J – юра, К – крейда, Р – палеоген, N – неоген, Q – антропоген.

Індекси відділів складаються з буквених символів систем із приєднанням до них праворуч, трохи нижче, арабських цифр 1, 2, 3 (дрібного шрифту) відповідно для нижнього, середнього, верхнього поділу. Наприклад: С<sub>1</sub> – нижній відділ карбону, К<sub>2</sub> – верхній відділ крейдяної системи або пізньокрейдяна система.

На геологічних картах і розрізах, перед індексом, що позначає вік породи, ставлять знаки, що позначає її походження. Магматичні породи зображують як за віковими ознаками, так і за речовинним складом. Інрузивні породи близького або однакового складу, але різного віку показують різними відтінками відповідного кольору (табл. 4.2), причому чим молодші породи, тим світлішим буде забарвлення. Речовинний склад магматичних порід позначають прописними літерами грецького алфавіту (табл. 4.2), наприклад: γAR – архейські граніти. Субвулканічні утворення показуються кольором інрузивної (плутонічної) породи відповідного складу з штриховкою з нахилом 45° праворуч.

Таблиця 4.2.

Зображення магматичних порід за хімічним складом

Групи порід	Породи	Індекс	Кольорове зображення петрохімічного ряду		
			нормального	сублужного	лужного
Кислі	Граніт	γ			
	Ріоліт	λ			
Середні	Діорит	δ			
	Андезит	α			
Основні	Габро	ν			
	Базальт	β			
Ультраосновні	Перидотит	σ			
	Кімберліт	I			

Метаморфічні породи зображують аналогічно магматичним: колір відображає склад (табл. 4.4), а індекс – вік та належність до певного комплексу. Наприклад: mPR – протерозойські мігматити. Метаморфічні підрозділи зафарбовуються кольором переважаючої групи порід.

При необхідності відобразити неоднорідність у складі підрозділу, а також для позначення стратифікованих осадових, вулканогенно-осадових та інтрузивних порід різного складу або інтенсивності прояву метаморфізму застосовується крап. *Крапом* називають спеціальні графічні знаки у вигляді невеликих рисок, штрихів різної товщини й орієнтування, трикутників, «пташок», кружечків, прямокутників, еліпсів, крапок. Для позначення складу порід застосовується чорний крап. Кольоровим крапом у поєднанні зі штрихуванням різного кольору, напрямку та густоти можна показати види та інтенсивність метаморфізму. Наприклад, мігматизацію порід показують знаками червоного кольору (крім мігматитів регіонального метаморфізму), морфологічні та генетичні особливості мігматитів можуть зображатися ускладненням форми опорних знаків і символами, причому знаки орієнтуються на карті відповідно простяганню площинних структур.

Таблиця 4.4.

Зображення метаморфічних утворень  
(підрозділи порід регіонального та зонального метаморфізму)

Групи порід за переважаючим складом	Температурні ряди		
	Низькотемпературний (зеленосланцева фація)	Середньотемпературний (амфіболітова, фація)	Високотемпературний (гранулітова фація)
Салічні (метапеліти)	S Хлорит-серицитові та подібні сланці	g Слюдяні кристалічні сланці й гнейси	gr Грануліти (кислі)
Мафічні (метабазити)	as Хлорит-епідот-актинолітові та подібні сланці	a Амфіболіти, амфіболові кристалічні сланці	p Грануліти (основні), піроксенові кристалічні сланці
Ультрамафічні	srs,t Серпентиніти, серпентинітові (srs) й талькові (t) сланці	kp Кліно-піроксеноліти	op Піроксеноліти
Високоглиноземисті	ms Мусковітові, фінгітові та подібні сланці	ks Кіанітові та подібні кристалічні сланці	ss Ортопіроксен-силіманітові та подібні сланці
<i>Нерозчленовані за фаціями</i>			
	m, c Мармури (m), кальцифіри (c)		q Кварцити
	gl Високобаричні глаукофаніти		e Еклогіти
Примітки.			
1. Метаморфічні підрозділи зафарбовуються кольором переважаючої групи порід.			
2. При необхідності відобразити неоднорідність у складі підрозділу використовується крап.			

Генезис сучасних відкладів на геологічних картах і розрізах позначають початковою рядковою літерою латинської назви генетичного типу (табл. 4.5). Індекс, що позначає генезис, проставляється на рівні рядка ліворуч від вікового індексу. Генезис порід і осадків змішаного походження позначається поєднанням двох або декількох літер.

Четвертинні відклади залягають безпосередньо на поверхні землі, перекривають більш давні й потужні дочетвертинні відклади і тому найбільш часто використовуються як основи різних будівель і споруд. Четвертинні відклади здебільшого мають континентальне походження і, за умовами утворення поділяються на різні генетичні типи, що володіють різноманітним складом, формами залягання і фізико-механічними властивостями.

Четвертинні відклади мають відносно невелику потужність (метри, десятки метрів), яка може швидко змінюватися в плані та розрізі аж до виклинювання. На поверхні землі вони часто утворюють певні форми рельєфу: рівнини, річкові тераси, схили, конуси виносу, зсувні ступені, бархани і дюни.

Позначення генетичних типів відкладів четвертинної системи наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Умовні позначення генетичних типів четвертинних відкладів

Індекс	Назва відкладів	Характерні риси
1	2	3
e	Елювіальні	Продукти вивітрювання, які не переносяться, а зберігаються на місці утворення. Склад елювію змінюється за глибиною: біля поверхні залягають глини з жорсткою або щебенем, у нижній частині – щебенистий ґрунт і брили
a	Алювіальні (річкові)	Це відклади всіх руслових водних потоків, включно з тимчасовими. Серед алювіальних виділяються руслові, заплавні та відклади стариць. Руслові – представлені сортованими гравійно-піщаними косошаруватими відкладами (на рівнині) або галечниками (у горах); заплавні – малопотужним покривом супісків і суглинків із лінзами піску; старичні складаються з пилувато-глинистих відкладів, часто з прошарками мулу і торфу
d	Делювіальні	Відклади утворюються в результаті накопичення на схилі піщано-глинистого матеріалу, принесеного зверху дощовими й талими водами. На пологих схилах переважають супіщано-суглинисті відклади, на крутих гірських схилах – супіщано-щебенисті відклади (гірський делювій)
p	Пролювіальні (конуси виносу)	Утворюються під час відкладення в передгір'ях матеріалу, що приноситься з гір дрібними річками і тимчасовими водотоками. У верхів'ях конусів виносу відкладаються великі уламки – галечник, гравій, а в середній і нижній частині – піщаний і глинистий матеріал
c	Колювіальні (відклади осипів)	Уламковий матеріал, що накопичується на схилах або біля підніжжя гір під час його переміщення під впливом сили тяжіння
g	Гляціальні (моренні або льодовикові)	Піщано-глинисті відклади, що сформувалися під час танення льодовиків

1	2	3
fg	Флювіогляціальні (водно-льодовикові)	Відклади водних потоків; розмір уламків від валунів до глинистих частинок
v	Еолові (вітрові)	Утворюються при накопиченні матеріалу, що переноситься вітром. Склад: еолові піски, лес, вулканічний попіл. На поверхні землі можуть утворюватися бархани та дюни
m	Морські	Відклади на дні сучасних і стародавніх морів й океанів. Найчастіше це глинисті мули, вапняково- або кремнисто-глинисті мули, вулканічні мули
l	Лімнічні (озерні)	Для вологого клімату характерні теригенні (від глин до галечників) та органогенні осади, для посушливого клімату – хемогенні
h	Болотні	Мінеральні та органічні відклади, які накопичуються в болотах. Серед них переважає торф, який з часом перетворюється на викопне вугілля
s	Солифлюкційні	Відклади утворюються при повільній в'язкопластичній течії ґрунтів. Склад їх різноманітний: від глин і суглинків до щебенів і глибових скупчень. Солифлюкція характерна для областей вічної мерзлоти, а також вологого тропічного клімату
gr	Гравітаційні (зсувні, обвальні, осипні)	Утворюються при сповзанні великих мас глинистих порід униз по схилу
LQ	Лес і лесоподібні відклади	Це відклади різного генезису: еолові відклади, алювій, делювій, елювій. Склад: переважно пилюваті частинки, значно менше глинистих і піщаних частинок
β	Вулканічні відклади	Лава, попіл, пемза та інші продукти вивержень вулканів
π	Грязьово-вулканічні	Продукти вивержень грязьових вулканів – глинисті, рідше піщанисті відклади
pr	Покривні (проблематичні відклади)	З приводу їх походження у фахівців є різні точки зору
t	Техногенні (антропогенні)	Різні штучні, насипні й наливні відклади. За способом утворення і складом виділяють: будівельні, гірничопромислові, промислові, господарсько-побутові відклади. Склад: відходи виробництва, шлаки, золи, будівельне і побутове сміття, переміщені піски і глинисті породи
Відклади змішаного генезису		Утворюються за одночасної дії кількох геологічних чинників. Приклади: озерно-алювіальні – laQ, делювіально-пролювіальні відклади – dpQ.

В інженерно-геологічній документації геологічні індекси четвертинних відкладів нерідко записують у скороченому вигляді. Наприклад, замість aQ<sub>4</sub> записують aIV, і те, й інше позначає алювіальні голоценові відклади.

Для позначення складу порід часто використовують штрихові знаки у вигляді паралельного або сітчастого (квадратного, ромбовидного) та іншого штрихування різного напрямку, з різною відстанню між лініями і з різною товщиною ліній. Умовні графічні позначення різних гірських порід наведено на рис. 4.2-4.7.

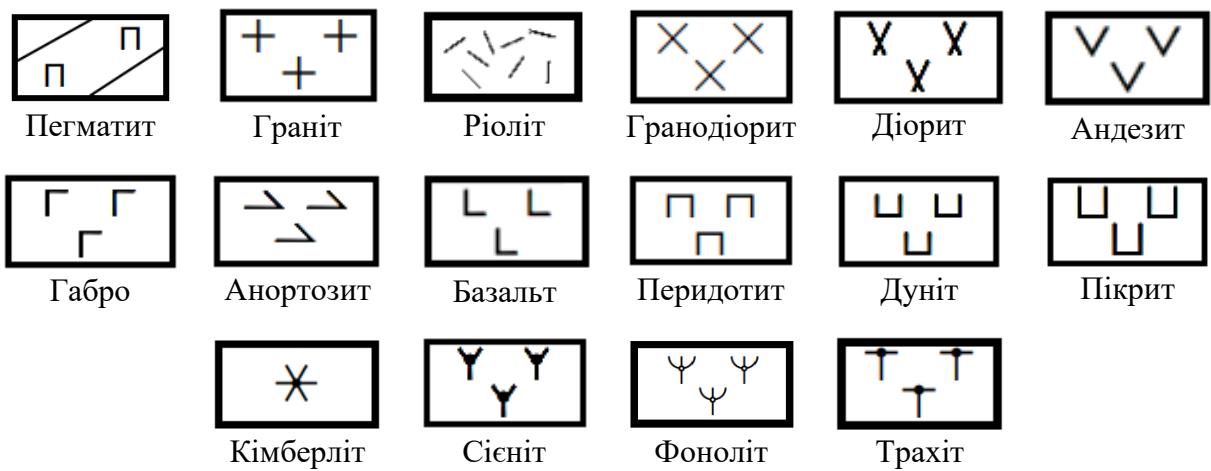


Рис. 4.2. Умовні графічні позначення магматичних порід

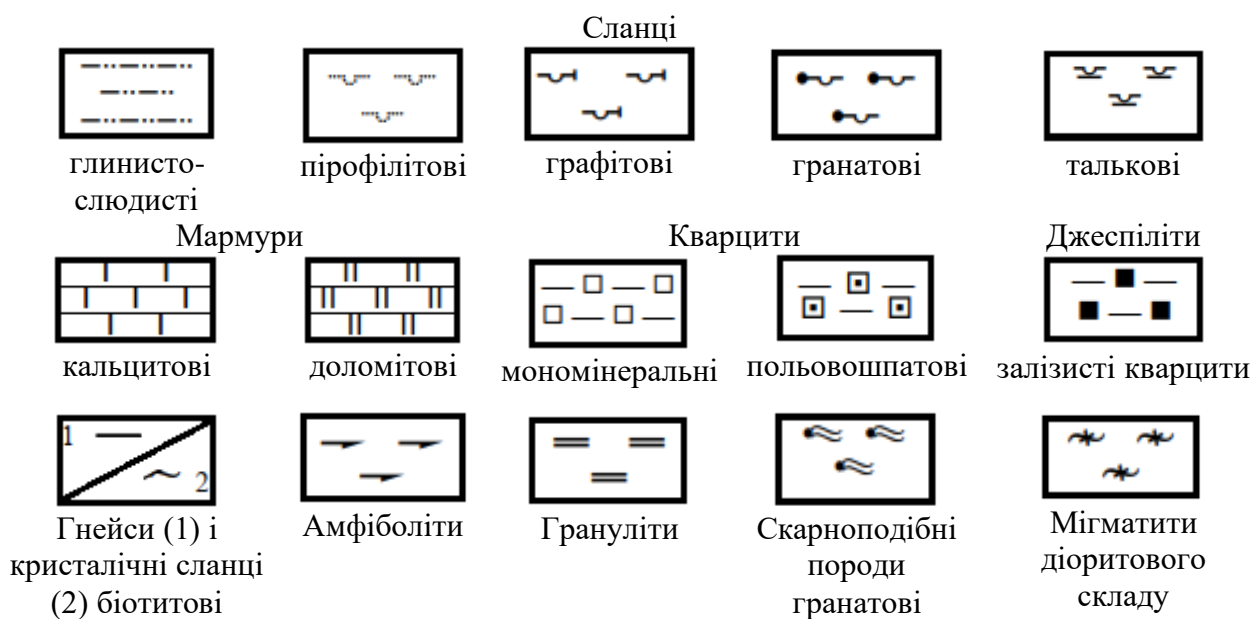


Рис. 4.3. Зображення складу метаморфічних порід

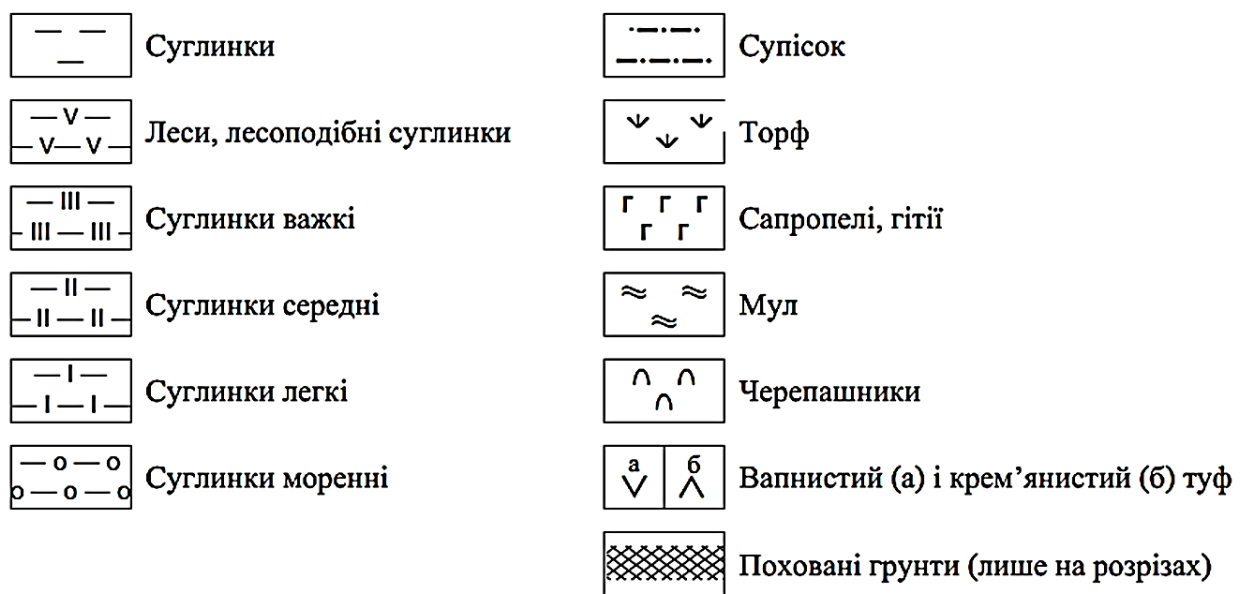


Рис. 4.4. Умовні позначення четвертинних відкладів





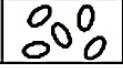
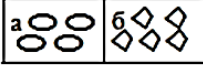
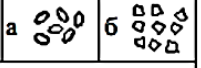
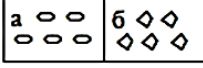
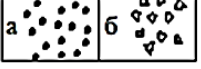
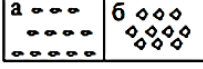
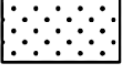
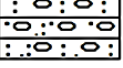
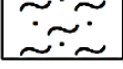
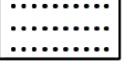
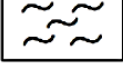
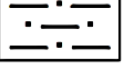
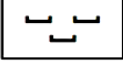
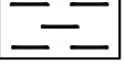
Пухкі		Зцементовані	
	Брилові утворення		Брилові брекчії
	Валуни		Валунний конгломерат (а), валунні брекчії (б)
	Рінь (а), щебеневі утворення (б)		Ріньяковий конгломерат (а) щебеневі брекчії (б)
	Гравій (а), жорства (б)		Гравійний конгломерат (а) жорстова брекчія (б)
	Піски		Тиліти та тилітоподібні породи
	Алеврити		Пісковики
	Глини		Алевроліти
	Каоліни вторинні		Аргіліти

Рис. 4.5. Позначення видів і складу уламкових та глинистих порід

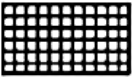
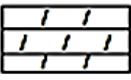
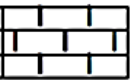
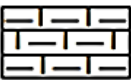
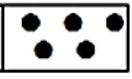
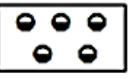
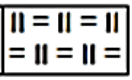
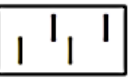


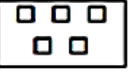
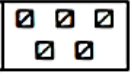


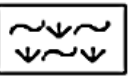

Карбонатні			
	Крейда		Доломіти
	Вапняки		Мергель
	Боксити		Аліти
	Трепели, діатомити		Кремені
	Опоки, спонголіти		
	Гіпс		Кам'яна сіль
	Ангідрит		Калійно-магnezіальні солі
	Кам'яне вугілля		Горючі сланці
	Буре вугілля		

Рис. 4.6. Позначення видів і складу хемогенних та біогенних осадових порід

Особливості складу, структури і текстури осадових порід можуть відображатися шляхом ускладнення або доповнення опорних знаків (рис. 4.7).

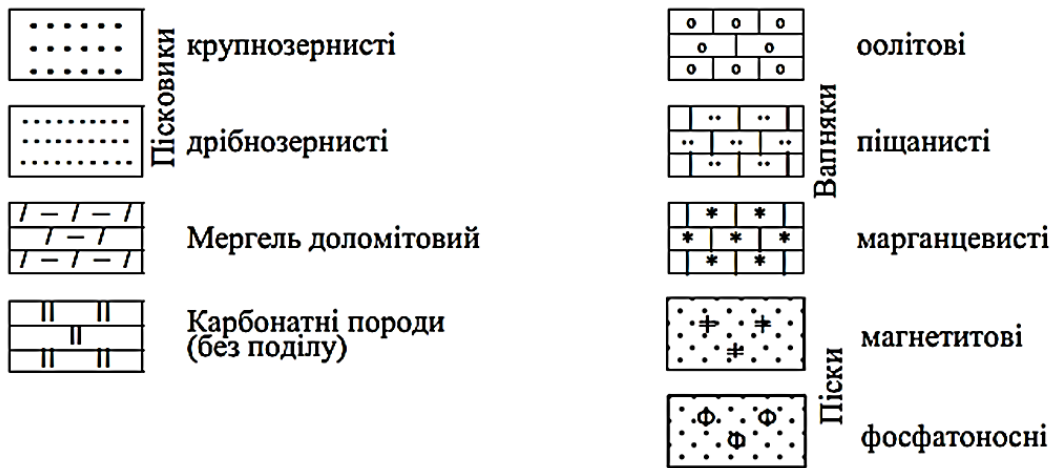


Рис. 4.7. Умовні позначення особливостей складу, структури і текстури осадових порід

Умовні позначення поміщаються зазвичай праворуч від карти і укладаються в прямокутники певного розміру (наприклад, 8×15 або 10×15 мм). Прямокутник забарвлюється відповідним кольором, заповнюється штриховими знаками або крапом і всередині його проставляється індекс. Праворуч дається словесне пояснення умовного знаку. У розташуванні умовних знаків дотримуються суворого порядку. У першій вертикальній колонці спочатку йдуть умовні позначення, що характеризують стратифіковані утворення (осадові, вулканогенні, вулканогенно-осадові та метаморфічні), що розташовуються зверху вниз від більш молодих до більш давніх, потім – умовні позначення інтрузивних і нестратифікованих вулканогенних утворень (також від ранніх до пізніх). У другій колонці, яка розташовується правіше першої (або нижче), знаходяться умовні позначення, що пояснюють спеціальні знаки (крап), які використовуються при складанні геологічної карти. До низу від них у цій самій колонці даються позначення геологічних меж, розривних порушень та їхніх морфологічних різновидів. Далі йдуть умовні позначення елементів залягання шарів, місць знахідок викопної фауни і флори, гірничих виробок та інших позамасштабних точкових об'єктів.

### 4.3 Завдання

**Завдання 4.1.** Назвіть позначені в таблиці 4.6. геологічні ери та періоди, розташували їх у хронологічному порядку. Між породами якого віку є стратиграфічна перерва?

Таблиця 4.6.

Вихідні дані для виконання завдання 1

№ з/п	Індекси	№ з/п	Індекси
1	O, S, D, J	11	J, Q, T, N
2	T, D, C, P	12	K, D, Q, J
3	T, P, N, S	13	P, P, Q, N
4	P, N, T, Q	14	J, D, K, P
5	C, S, P, O	15	Q, N, P, O
6	D, J, C, K	16	D, C, K, S
7	C, P, D, K	17	N, T, P, J
8	P, K, C, J	18	KZ, MZ, D, C
9	O, T, C, P	19	T, P, S, D
10	K, Q, T, J	20	J, O, S, T

Приклад відповіді: J – юрський, D – девонський, S – силурійський, O – ордовіцький періоди. Стратиграфічна перерва спостерігається між юрою J і девоном D; відсутні породи відкладів триасового T, пермського P і карбонового C віку.

**Завдання 4.2.** У таблиці 4.7. наведено індекси складу й віку магматичних порід. Визначте відносний вік порід, та яка із порід утворилася раніше?

Таблиця 4.7.

Вихідні дані для виконання завдання 2

№ з/п	Індекси	№ з/п	Індекси
1	$\gamma O_2 \beta' J_1$	11	$\tau J_3 \tau D_1$
2	$\xi S_2 \lambda' K_1$	12	$\sigma P_2 \lambda' T_3$
3	$\beta C_3 \nu C_1$	13	$\gamma AR \alpha O_1$
4	$\lambda T_2 \delta N_2$	14	$\gamma \delta C_1 \lambda S_2$
5	$\alpha P_2 \gamma \delta P_1$	15	$\delta T_1 \xi T_3$
6	$\gamma O_3 \beta' C_3$	16	$\nu C_1 \beta K_2$
7	$\sigma O_1 \tau D_2$	17	$\beta D_3 \nu C_1$
8	$\nu C_1 \lambda C_2$	18	$\lambda P_1 \tau K_1$
9	$\alpha O_2 \delta S_1$	19	$\xi C_3 \beta J_2$
10	$\beta K_1 \xi K_2$	20	$\sigma D_1 \tau T_2$

Приклад відповіді: ранньодевонські базальти ( $\beta D_1$ ) утворилися раніше за пізньодевонські діабазы ( $\beta' D_3$ ).

**Завдання 4.3.** Наведено умовні позначення (індекси) генезису та віку четвертинних відкладів (табл. 4.8). Як називаються ці відклади та яка з порід утворилася раніше?

Таблиця 4.8.

Вихідні дані для виконання завдання 3

№ з/п	Індекси	№ з/п	Індекси
1	pdQ <sub>1</sub> dQ <sub>2</sub>	11	fgQ <sub>2</sub> bQ <sub>4</sub>
2	bQ <sub>2</sub> daQ <sub>4</sub>	12	tQ <sub>4</sub> alQ <sub>3</sub>
3	eQ <sub>1</sub> bQ <sub>3</sub>	13	aQ <sub>3</sub> vQ <sub>4</sub>
4	dQ <sub>2</sub> aQ <sub>3</sub>	14	fQ <sub>3</sub> mQ <sub>2</sub>
5	tQ <sub>4</sub> laQ <sub>3</sub>	15	fgQ <sub>3</sub> eQ <sub>1</sub>
6	gQ <sub>4</sub> mQ <sub>2</sub>	16	mQ <sub>1</sub> aQ <sub>4</sub>
7	tQ <sub>4</sub> eQ <sub>4</sub>	17	eQ <sub>1</sub> dQ <sub>2</sub>
8	pQ <sub>4</sub> mQ <sub>1</sub>	18	aQ <sub>4</sub> gQ <sub>3</sub>
9	vQ <sub>1</sub> dQ <sub>1</sub>	19	tQ <sub>4</sub> aQ <sub>3</sub>
10	eQ <sub>1</sub> dpQ <sub>2</sub>	20	fgQ <sub>3</sub> vQ <sub>2</sub>

Приклад відповіді: ранньочетвертинні елювіально-делювіальні відклади (edQ<sub>1</sub>) утворилися раніше за сучасні озерні (lQ<sub>4</sub>).

**Завдання 4.4.** Зобразіть умовні позначення для порід, які наведені в табл. 4.9.

Таблиця 4.9.

Вихідні дані для виконання завдання 4

№ з/п	Назви порід	№ з/п	Назви порід
1	Пісок дрібний мулистий	11	Суглинки щільні
2	Базальт тріщинуватий	12	Вапняк закарстований
3	Пісок кременистий крупний	13	Пісок дрібний із прошарками гіпсу
4	Пісок пилуватий глинистий	14	Пісок дрібний з гравієм
5	Глина засолена	15	Глина з лінзами гіпсу
6	Мармур з частковою піритизацією	16	Кварцити з прошарками пісковиків
7	Мергель місцями піщанистий	17	Мергелі вапнякові
8	Лабрадорит тріщинуватий	18	Пісок глинистий із галькою
9	Глина з прошарками піску	19	Суглинки з уламками вапняку
10	Габро вивірене до жорстви	20	Незмінені граніти



**Завдання 4.5.** Розпишіть умовні позначення до наведеної нижче навчальної геологічної карти та заповніть стратиграфічну колонку (табл. 4.10).

### НАВЧАЛЬНА ГЕОЛОГІЧНА КАРТА

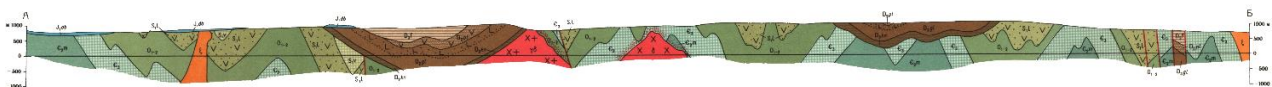
Масштаб 1: 100 000

Лист № 29



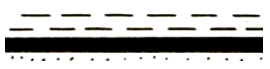
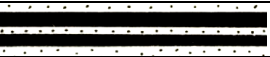
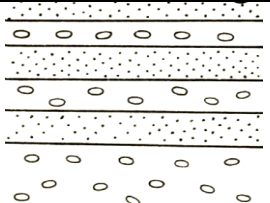
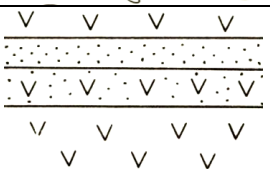
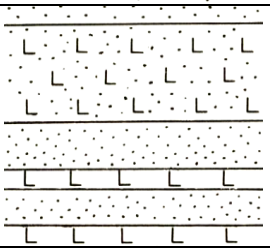
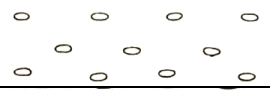
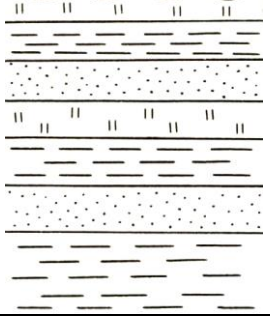
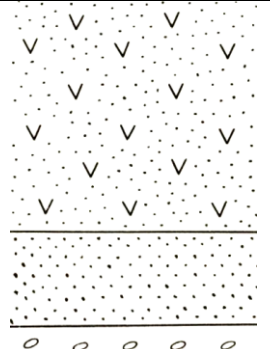
Умовні позначення

РОЗРІЗ ПО ЛІНІЇ А-Б


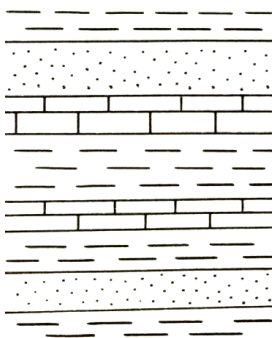
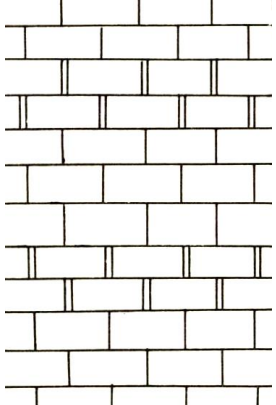


масштаби горизонтальний і вертикальний 1: 100 000

## Стратиграфічна колонка до навчальної геологічної карти

Система	Відділ	Ярус	Індекс	Зображення порід	Потужність, м	Характеристика порід
1	2	3	4	5	6	7
			<i>J<sub>2sk</sub></i>		більше 100	
			<i>J<sub>1db</sub></i>		140	
			<i>D<sub>3f</sub></i>		більше 500	
			<i>D<sub>2pt</sub></i>		менше 400	
			<i>D<sub>2gl</sub></i>		600	
			<i>D<sub>2kn</sub></i>		150- 200	
			<i>S<sub>IV</sub></i>		більше 800	
			<i>S<sub>II</sub></i>		900	



1	2	3	4	5	6	7
			O <sub>1-2</sub>		900	
			Є <sub>3</sub>		800	
			Є <sub>2m</sub>		більше 1000	

## 5 ПОБУДОВА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ РОЗРІЗІВ І КОЛОНОК

*Навчальна мета* полягає у наданні здобувачам вищої освіти базових знань про інженерно-геологічну документацію та основні принципи побудови інженерно-геологічних розрізів і колонок за результатами бурових робіт з попереднім поділом ґрунтів на інженерно-геологічні елементи (ІГЕ).

### 5.1 Загальні відомості про інженерно-геологічну документацію

*Інженерно-геологічні вишукування* – комплекс взаємопов'язаних робіт інженерно-геологічного та гідрогеологічного характеру, що виконуються в певній технологічній послідовності.

Вишукування забезпечують будівельне проектування необхідними відомостями про інженерно-геологічні умови освоюваної території. Інженерні вишукування мають різні склади, стадії та етапи залежно від цілей, пов'язаних із видами та стадіями проектування.

Інженерно-геологічні вишукування доцільно проводити за етапами як у технічному, так і в економічному відношенні. Етапи вишукувань:

- 1) вивчення природних умов району передбачуваного будівництва;
- 2) робота на перспективних варіантах;
- 3) роботи на обраному варіанті;
- 4) роботи у сфері взаємодії будівель і споруд з геологічним середовищем у сфері виробництва будівельних робіт;
- 5) роботи в період будівництва.

До складу інженерно-геологічних вишукувань входять: збирання, систематизація, аналіз та узагальнення наявних даних про природні умови ділянки будівництва, інженерно-геологічне рекогносцирування, інженерно-геологічна зйомка, інженерно-геологічна розвідка.

У результаті проведення інженерно-геологічних вишукувань виконують роботи з узагальнення та систематизації отриманих матеріалів. Дається загальна характеристика природних геоморфологічних, геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов території. Роботи завершуються складанням різного роду інженерно-геологічних карт, розрізів тощо. Для всебічного висвітлення та оцінки інженерно-геологічних умов складають як загальні, так і спеціальні інженерно-геологічні карти.

*Загальні інженерно-геологічні карти* відображають усі найголовніші показники, що визначають інженерно-геологічні умови: геолого-структурні та літологічні характеристики ґрунтів, вік, генезис, обводненість відкладів, характер підземних вод, геодинамічні процеси та явища. Детальність зображення показників визначається масштабом карти.

*Спеціальні інженерно-геологічні карти* призначаються для оцінки території з позицій вимоги одного виду будівництва або показу закономірностей за одним якимось фактором (зсуви ґрунту, карст) і використання цієї інформації для різних видів будівництва. Залежно від складності інженерно-геологічних умов складається одна загальна карта або кілька різних допоміжних карт.

За масштабом інженерно-геологічні карти можна класифікувати на оглядові (масштаб 1:2 500 000; 1:500 000), виконуються для великих регіонів, на них виокремлюють комплекси відкладів, для яких можуть бути дані узагальнювальні характеристики. Дрібномасштабні карти (1:200 000; 1:100 000) супроводжують державну геологічну зйомку і на них окремо картується всі основні компоненти інженерно-геологічних умов, відображаються рельєф, гідрографія, тектоніка, процеси тощо. Середньомасштабні карти (1:50 000; 1:25 000) виконуються на територіях перспективного великого будівництва або в районах розвитку негативних процесів і явищ. Великомасштабні карти (1:10 000; 1:5 000) застосовують під час складання проєктів техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), генеральних планів, планування, в інженерно-геологічному районуванні. Детальні карти (плани) (1:2 000) використовують під час проєктування об'єктів будівництва в складних умовах.

*Геоморфологічна карта* відображає генетичні форми, тип і вік окремих елементів рельєфу; окремі елементи рельєфу, що впливають на характер використання території (крутизна схилів терас, ступінь ерозійної розчленованості); фізико-геологічні процеси та явища (карст, зсуви, мерзлотні, еолові процеси тощо); гідрографічну мережу тощо.

*Геолого-літологічна карта* відображає вік і генезис порід, що залягають на поверхні відповідно до прийнятої стратиграфічної шкали, а також генетичних позначень; склад порід, що залягають із поверхні, відповідно до умовних позначень; елементи залягання шарів; фактичний матеріал – бурові свердловини, опорні оголення, лінії геологічних розрізів, абсолютні позначки гирла виробок і поверхні окремих шарів. Залежно від складності інженерно-геологічних умов складається одна загальна карта або кілька різних допоміжних карт.

*Гідрогеологічна карта* значною мірою обґрунтовує інженерно-геологічну оцінку території. На ній показують глибину й абсолютні відмітки поверхні підземних вод, характер водомістких порід, розвиток верховодки, прогнози амплітуди коливання ґрунтових вод. За своїм змістом гідрогеологічні карти вельми різноманітні, оскільки як відображають складність гідрогеологічних умов і задовольняють різним цілям, які переслідують під час дослідження підземних вод. Так, гідрогеологічні карти використовують під час з'ясування можливостей водопостачання, зрошення або осушення території, а також з метою боротьби з карстовими провалами та зсувами. З усіх видів спеціальних гідрогеологічних карт найбільший інтерес і практичне значення для інженерних цілей мають карти гідроізогіпс. Такі карти характеризують поверхню ґрунтових вод, тобто вод першого від поверхні землі водоносного горизонту, витриманого за площею. Саме з цими водами найчастіше доводиться стикатися в практичній роботі.

*Інженерно-геологічний розріз* являє собою вертикальний переріз ділянки земної кори із зображенням на ньому геологічних факторів, зібраних і охарактеризованих відповідно до вимог, які ставить проектування і будівництво інженерних споруд. Розрізи можуть складатися за геологічними картами або безпосередньо за матеріалами буріння, шурфування, геофізичних робіт, за описом природних оголень.

Інженерно-геологічні розрізи часто складають не лише за прямими, а й за ламаними лініями для найповнішого відображення змін у просторі всіх основних чинників, що впливають на інженерно-геологічну оцінку місцевості. Геологічні розрізи мають дати уявлення про зміну геологічної будови та гідрогеологічних умов у тому чи іншому напрямку, зокрема, по вісях майбутніх споруд. Під час побудови розрізів вдаються до зменшення горизонтального масштабу порівняно з вертикальним, з метою зменшення довжини креслень. Вертикальний масштаб приймають у 10 і більше разів більшим за горизонтальний.

Якщо інженерно-геологічні розрізи складають для характеристики природних основ конкретних споруд, під час вибору їхнього напрямку враховується розміщення споруд і його окремих відповідальних частин. Залежно від мети дослідження напрямком для складання розрізу або профілю можуть слугувати вісі проєктованих споруд, мостових переходів і дорожніх трас, створи гребель тощо. Масштаб вибирається відповідно до мети, для якої складається розріз, і від масштабу залежить ступінь детальності розрізів. Для характеристики основ споруд зазвичай будують розрізи в масштабі 1:200 - 1:500.

*Інженерно-геологічні колонки* призначені для зображення інженерно-геологічних умов у будь-якій одній точці спостереження. Інженерно-геологічна колонка являє собою вертикальний переріз земної кори в будь-якій одній точці спостереження із зображенням на ній геологічних чинників. Часто складають колонки для свердловин, які не можуть бути об'єднані в розрізи внаслідок проходки в стороні від ліній розрізів або у віддалених одна від одної точках.

На інженерно-геологічних картах і розрізах виділяють *інженерно-геологічні елементи* (ІГЕ) – геологічне тіло у просторі, деякий об'єм ґрунту одного й того самого номенклатурного виду (шар, прошарок, лінза тощо). ІГЕ може бути описаний узагальненими показниками складу і властивостей порід, що його складають. У межах генетично однорідного геологічного

тіла обсяг ПГЕ може бути різним залежно від того, які з показників складу, властивостей, стану або комплексу показників прийняті як критерій виділення. Це характеристики фізичного стану ґрунтів, такі як число пластичності, показник консистенції, пористість, а також механічні характеристики ґрунтів, а саме властивості міцності та деформації. Таким чином, для одного й того самого інженерно-геологічного розрізу можна виділити різні інженерно-геологічні елементи залежно від розв'язуваного завдання (стадія вишукувань, характер проєктованих споруд). Залежно від характеру структурних зв'язків мінеральних агрегатів і зерен гірські породи поділяють на два принципово різних класи: клас ґрунтів із жорсткими (кристалізаційними або цементаційними) структурними зв'язками і клас ґрунтів без жорстких структурних зв'язків.

## **5.2 Методика побудови геологічного розрізу за фрагментом геологічної карти**

При дослідженні крупних об'єктів – великих ділянок земної кори доводиться відображати їх в масштабі, зменшувати, упускаючи при цьому частини, деталі, але при цьому має зберігатися в цілості зображення. Одним з таких прийомів є складання геологічних карт, тобто своєрідних моделей крупних ділянок земної кори.

Геологічні карти складаються і видаються у вигляді планшетів і мають ту ж номенклатуру, що топографічні планшети. Геологічна карта будується на топографічній основі, з якої зазвичай видаляються умовні знаки, що не дають уяви про будову рельєфу. Горизонталі на дрібномасштабних картах часто теж розріджуються. Геологічна ситуація з акцентом на конкретний зміст залежно від різновиду карт відображається за допомогою умовних знаків складу, віку і умов залягання гірських порід. На власне геологічній, тобто віковій карті і на її різновидах видаляється покрив четвертинних континентальних відкладів, що займають 90% поверхні суходолу. На карті четвертинні відклади показуються в тих випадках, коли неможливо встановити будову порід, що їх підстилають або, якщо четвертинні відкладення містять корисні копалини, наприклад, воду.

Залежно від складності геологічної будови району для кожного планшета геологічної карти будуються один або декілька розрізів. Лінії розрізів вибираються так, щоб можна було якнайповніше відобразити основні риси геологічної будови території, що представлена на карті. При горизонтальному заляганні гірських порід найбільш раціональним напрямом розрізу є лінія, яка проходить через найвищу і найнижчу точки рельєфу, впоперек простягання найбільшої річкової долини. Масштаби розрізів повинні відповідати масштабу геологічної карти, виключенням є побудова розрізів товщ, які залягають горизонтально. В цьому випадку дозволено зменшувати вертикальний масштаб так, щоб висота розрізу складала 10-12 см, а шар мінімальної потужності був не менше 4 мм. На геологічному розрізі повинні бути представлені всі шари гірських порід, відомих за даними буріння або геологічними даними.

Взаємовідносини між окремими шарами вказують на історію утворення всієї товщі осадових порід. Розрізняють два основних типи співвідношення шарів: згідне і незгідне залягання.

Згідне залягання характеризує безперервний процес накопичення осадків, тобто залягання шарів в суворій віковій послідовності. Межі шарів тут зазвичай паралельні. При паралельності кордонів шарів розрізняють нормально згідне залягання, коли шари розташовані горизонтально, і порушене згідне залягання, коли шари лежать похило або зім'яті в складку, але вікова послідовність нашарування зберігається.

В умовах горизонтальної поверхні землі при похилому заляганні шарів площини нашарування порід зображують на карті паралельними прямими лініями. При похилому заляганні говорять про елементи залягання шару: простягання, падінні (лінії падіння) і куті падіння.

Складчасті порушення гірських порід є складними порушеннями первинного залягання шарів гірських порід. Основними формами і одиницями цих порушень є складки і флексури. На геологічних картах складки мають вигляд симетричних смуг, які розташовані паралельно ядру складки. При цьому у антиклінальних складок в ядрі розташовані давніші породи, ніж на

крилах, а у синклінальних – молодші. На карті зі складчастим заляганням смуги мають різну ширину і форму, що залежить від характеру, рельєфу і кута падіння крил складки.

Горизонтальне залягання шарів гірських порід є первинним, непорушеним і властиве, як правило, молодим осадовим товщам. Горизонтальне або близьке до нього залягання обумовлене накопиченням і сортуванням відкладів у водоймах, за рахунок чого покрівля і підшва шарів гірських порід, що послідовно формуються, виявляються паралельними і горизонтальними. Горизонтальним залягання вважається у тому випадку, коли кут нахилу шарів не перевищує 5-7 градусів.

На геологічних картах з горизонталями шари гірських порід, що залягають горизонтально, розпізнаються за наступними ознаками.

- межі між різновіковими шарами гірських порід проходять паралельно або співпадають з горизонталями місцевості;
- межі між різновіковими шарами гірських порід мають неправильні, часто замкнуті контури, цілком залежать від характеру рельєфу. При достатньо розчленованому рельєфі шари мають вид паралельних смуг, що концентрично охоплюють підняття. У ярах і долинах річок ці смуги витягнуті уздовж схилів, причому молоді шари складають більш високі елементи рельєфу (вододіли), а стародавні приурочені до берегів річок. Таким чином, спостерігається наступна закономірність: наймолодшим шарам відповідають найбільші абсолютні висотні відмітки, а більш давнім – найменші;
- при незначній розчленованості рельєфу шари, що залягають горизонтально, на карті відображаються або у вигляді одного суцільного поля, зафарбованого в колір найбільш молодшого шару гірських порід, або у вигляді декількох широких різнокольорових смуг.

Розглянемо приклад побудови розрізу I-I за фрагментом геологічної карти, зображеної на рис. 5.1.а. Розріз рекомендується будувати в наступному порядку:

1. Провести лінію топографічного профілю поверхні Землі, яка за умовою задачі горизонтальна.

2. На профіль перенести точки перетину розрізу зі стратиграфічними межами на карті, як показано на рисунку 5.1.б. У розрізі ці точки лежатимуть на лініях меж шарів (покрівлі або підшви), тому праворуч і ліворуч від точок на топографічному профілі олівцем позначають індекси віку порід.

3. Далі до проведення меж між шарами необхідно проаналізувати геологічну історію розвитку району. Найдавнішими відкладами, що виходять на поверхню в межах карти, є пермські (Р). Поруч із ними на тих самих абсолютних відмітках симетрично оголюються породи тріасу (Т) і далі юри (І). Спочатку ці породи лежали горизонтально: внизу – пермські, на них тріасові і вище – юрські. Опинитися на одній висоті над рівнем моря вони могли лише внаслідок занурення в одних місцях і підняття в інших, тобто внаслідок деформації. Деформація призвела до зминання шарів у складки, які прогнуті донизу (синкліналі) і опуклі догори (антикліналі). Під час розмиву і формування рівнинного рельєфу складки зрізані. Оголоено ядро антикліналі, в якому залягають найдавніші породи і синкліналі, в якому збереглися від розмиву найбільш молоді породи. Вони повсюдно залягали нагорі й тому розмиті в першу чергу. Виходячи з вище сказаного, вікові геологічні межі (між Р і Т та ін.) проводимо похило і так, щоб давні породи лежали під більш молодими (див. рисунок 5.2.б). Зруйновані частини складки відновлюються пунктиром. Незважаючи на принципово правильне малювання антиклінальної та синклінальної складок, їхні кути при вершинах, а отже, і нахил крил приймають довільно, оскільки для однозначного розв'язання питання інформації в цьому разі недостатньо.

4. На завершення оформлення розрізу штрихуванням позначити літологічний склад порід, індексами та кольором – вік; записи зроблені олівцем стерти. Праворуч від розрізу помістити умовні позначення, укладені в прямокутники розміром 10×15 мм. Прямокутник забарвлюється відповідним кольором, заповнюється штриховими знаками або крапом і всередині його проставляється індекс. Праворуч дається словесне пояснення умовного знаку.



Умовні позначення розташувати в стратиграфічній послідовності – від більш молодих до давніших.

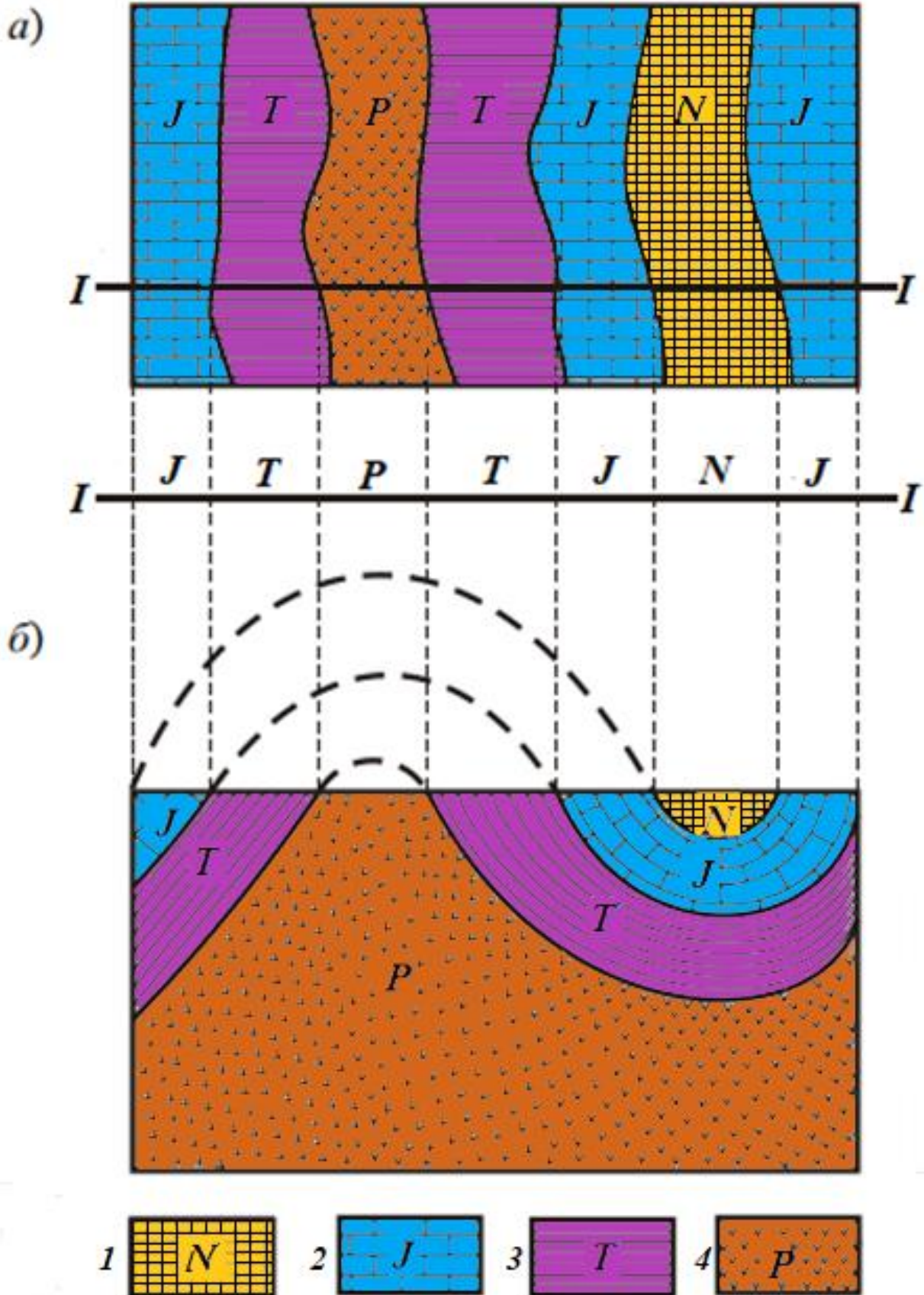


Рис. 5.1. Фрагмент геологічної карти території (а) та розріз по лінії I-I (б)  
 1 – крейда неогенового віку; 2 – вапняк юрського віку;  
 3 – глина тріасового віку; 4 – андезит пермського віку

### **5.3 Методика побудови геологічного розрізу за даними бурових робіт**

Під час інженерно-геологічних обстежень з метою отримання наочного уявлення про нашарування шарів, глибину їх залягання виконується ґрунтово-геологічний розріз. Вихідними даними для його складання є опис бурових свердловин.

Геологічний розріз за даними бурових свердловин рекомендується будувати в наступній послідовності:

1. Для побудови розрізу використовується аркуш формату А4 (для зручності побудови можна використовувати аркуш такого ж формату міліметрового паперу).

2. У нижній частині аркуша на всю його довжину побудувати таблицю, що містить у собі 3 графи: номер свердловини, абсолютна відмітка гирла, відстань між свердловинами.

3. Вибрати для розрізу горизонтальний і вертикальний масштаби. Ліворуч від передбачуваного розрізу побудувати шкалу, що відображає вертикальний масштаб. Довжина шкали буде залежати від глибини свердловин. Необхідно порівняти параметри всіх задіяних свердловин і вибрати з них мінімальну позначку вибою і максимальну позначку гирла. Нижня позначка шкали має бути на 1-2 см нижчою за мінімальну позначку вибою, а верхня – на стільки ж вище максимальної позначки гирла. Наприклад, якщо мінімальна відмітка вибою свердловини 42 м, а максимальна відмітка гирла – 63 м, то для побудови розрізу необхідна шкала, що включає висотні позначки від 40 до 65 м включно. Нумерацію на шкалі рекомендується починати знизу вгору за зростанням абсолютних відміток.

Під час роботи з пластами великої потужності масштаби можуть бути однаковими. В інших випадках, а також із метою зменшення довжини розрізу горизонтальний масштаб можна прийняти в кілька разів меншим за вертикальний, але з таким розрахунком, щоб не вийшло занадто великого спотворення рельєфу місцевості.

4. На відстані 1,5-2 см від шкали провести пряму вертикальну лінію завширшки 2 мм, що зображує стовбур першої за порядком свердловини. Обмежити її знизу коротким горизонтальним штрихом – так позначають вибій свердловини. Аналогічно зобразити інші свердловини з урахуванням абсолютних відміток гирла і вибою, а також відстані між свердловинами. Гирла свердловин з'єднати плавною лінією для отримання топографічного профілю ділянки.

5. На лініях гірничих виробок, щоразу починаючи від гирла відкласти в заданому масштабі межі пластів гірських порід, що відповідають описам свердловин. Праворуч від стовбура свердловини підписати значення абсолютних відміток підшов пластів.

6. Межі однакових відкладів у сусідніх свердловинах з'єднати плавними лініями, які будуть графічною інтерполяцією положення пластів гірських порід між виробками. Якщо порода, наявна в одній свердловині, відсутня в сусідній, то її слід виклинювати на середині відстані між виробками.

7. Якщо підземні води досягнуті гірничими виробками, то в кожній свердловині відображають положення їхнього рівня синім кольором. Самі верхні позначки (РГВ – рівень ґрунтових вод) з'єднати плавною пунктирною синьою лінією, аналогічно межах пластів (тільки у водопроникних ґрунтах).

8. Остаточо оформити розріз штрихуванням порід однорідного складу та однакового віку загальноприйнятими умовними позначеннями, а також кольором.

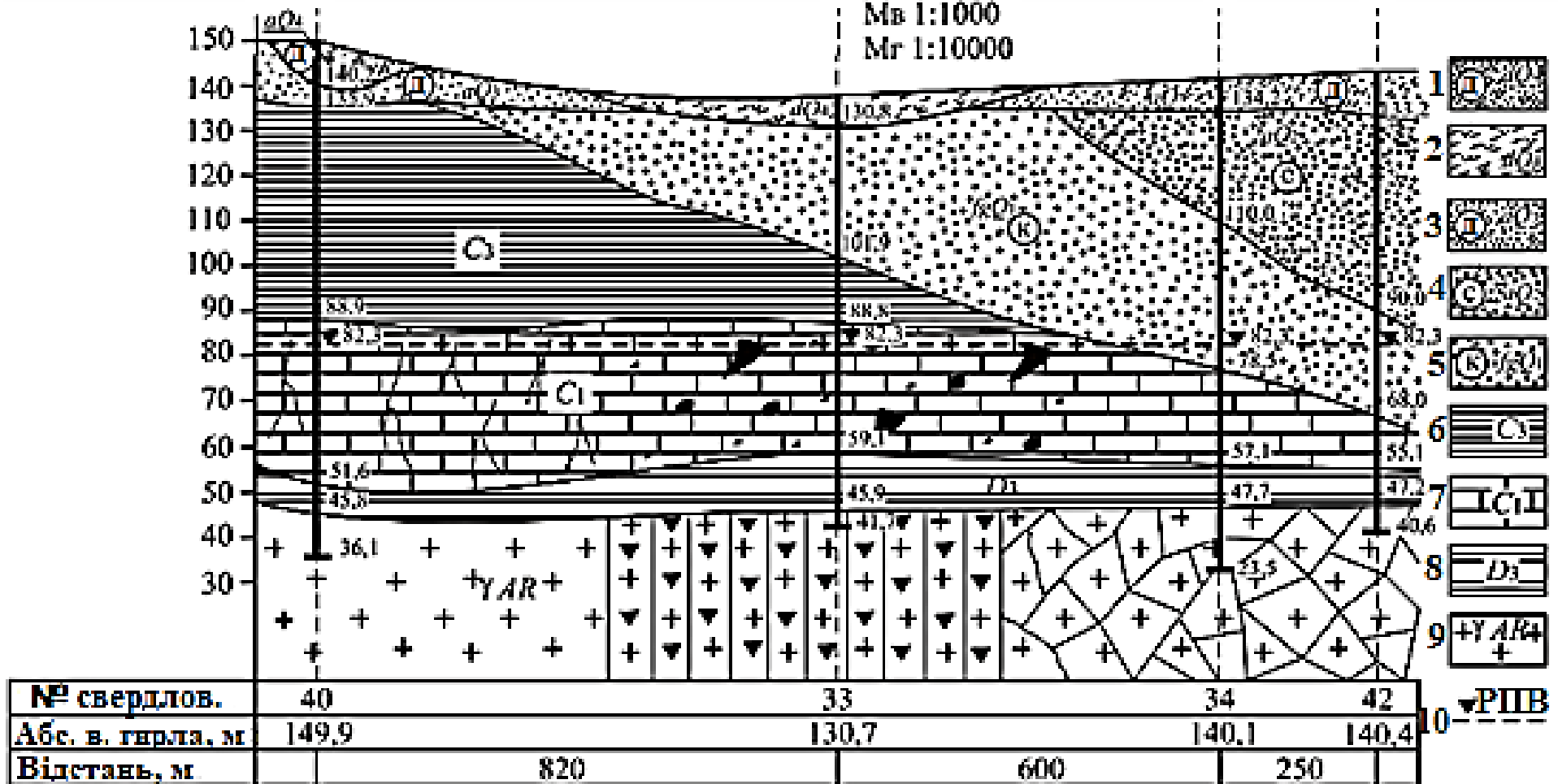
9 Праворуч від розрізу вказати розшифрування умовних позначень, які укладені у прямокутники розміром 10×15 мм. Прямокутник забарвлюється відповідним кольором, заповнюється штриховими знаками або крапом і всередині його проставляється індекс. Праворуч дається словесне пояснення умовного знаку.

Приклад оформлення геологічного розрізу за даними бурових свердловин наведено на рисунку 5.2.

### Геологічний розріз по лінії свердловин 1-2-3-4

Мв 1:1000

Мг 1:10000



1 – пісок дрібний зі щепенем; 2 – супісок заторфований; 3 – пісок дрібний; 4 – пісок середній;  
 5 – пісок крупний; 6 – глина щільна; 7 – вапняк; 8 – аргіліт; 9 – граніт; 10- рівень підземних вод

Рис.5.2. Приклад інженерно-геологічного розрізу за даними бурових свердловин

#### 5.4 Побудова інженерно-геологічної колонки

Побудову геологічних колонок рекомендується проводити на аркуші формату А4 (для зручності побудови можна використовувати міліметровий папір того ж формату) у наступній послідовності:

1. Викреслюються необхідні для побудови колонки стовпці:

- 1 – глибина;
- 2 – номер шару;
- 3 – вік породи;
- 4 – потужність шару;
- 5 – абсолютна відмітка підшви шару;
- 6 – колонка;
- 7 – абсолютна відмітка рівнів підземних вод;
- 8 – опис порід.

Габаритні розміри геологічної колонки по горизонталі наводяться в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Габаритні розміри геологічної колонки бурової свердловини (в міліметрах)

<i>Глибина, м</i>	<i>Номер шару</i>	<i>Вік порід</i>	<i>Потужність шару, м</i>	<i>Абсолютна відмітка підшви шару, м</i>	<i>Колонка</i>	<i>Абсолютна відмітка рівнів підземних вод, м</i>	<i>Опис порід</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
10	10	15	15	15	35	25	55-60

2. Приймається вертикальний масштаб. У стовпчику 1 наноситься глибина в прийнятому масштабі шкали.

3. На шкалі глибин зазначається потужність (товщина) першого шару і проводиться тонка горизонтальна лінія. Горизонтальна лінія не повинна перетинати свердловину в стовпчику 6 і стовпчик 7.

4. У стовпцях 2, 3, 4 за даними опису бурової свердловини вказується номер шару, вік породи та потужність шару відповідно.

5. Вираховується абсолютна відмітка підшви (низу) шару, яка дорівнює різниці відмітки гирла свердловини і потужності шару. Числове значення абсолютної відмітки підшви шару записується внизу шару в стовпчику 5.

6. У центральній частині стовпця 6 умовно викреслюється свердловина, а інша частина заштриховується відповідно до умовних позначень даних порід і зафарбовується кольором, що відповідає віку даної породи.

7. Аналогічно проводять побудову й опис другого та наступних шарів породи.

8. У стовпчик 7 заносяться позначки підземних вод. Рівні підземних вод показуються графічно (горизонти затушуються синім або блакитним кольором) у свердловині (центральна частина стовпця 6).

9. У стовпчику 8 наводиться опис породи.

Розглянемо приклад побудови геологічної колонки за наступними вихідними даними, які наведені в таблиці 5.2:

## Вихідні дані для прикладу побудови геологічної колонки

Номер свердловини й абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
19 140,1	1	fgQ <sub>4</sub>	Суглинок мулуватий	5,5	1,5	1,7
	2	eQ <sub>3</sub>	Глина щільна	20,4	-	-
	3	eQ <sub>1</sub>	Пісок дрібний	38,8	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	78,6	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт	82,9	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	85,9	82,9	1,5 м над гирлом

Перед тим як перейти до графічної побудови геологічної колонки, необхідно зробити наступні розрахунки.

1 Підрахувати потужність кожного шару:

шар №1	5,5 м
шар №2	$20,4 - 5,5 = 14,9$ м
шар №3	$38,8 - 20,4 = 18,4$ м
шар №4	$78,6 - 38,8 = 39,8$ м
шар №5	$82,9 - 78,6 = 4,3$ м
шар №6	$85,9 - 82,9 = 3,0$ м

Сума отриманих потужностей шарів повинна дорівнювати глибині залягання підошви останнього шару.

Перевіряємо:  $5,5 + 14,9 + 18,4 + 39,8 + 4,3 + 3,0 = 85,9$  м.

Потужність 1-го шару дорівнює глибині залягання його підошви. Потужність інших шарів розраховується як різниця між потужностями наступного та попереднього шарів.

2 Підрахувати абсолютну позначку підошви кожного шару:

шар №1	$140,1 - 5,5 = 134,6$ м
шар №2	$140,1 - 20,4 = 119,7$ м
шар №3	$140,1 - 38,8 = 101,3$ м
шар №4	$140,1 - 78,6 = 61,5$ м
шар №5	$140,1 - 82,9 = 57,2$ м
шар №6	$140,1 - 85,9 = 54,2$ м

Абсолютна відмітка підошви шару розраховується як різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини (число, що стоїть під номером свердловини, у першому стовпчику вихідних даних) і глибиною залягання підошви даного шару.

3 Підрахувати абсолютну відмітку рівня ґрунтових вод кожного горизонту:

1-й горизонт	що з'явився $140,1 - 1,5 = 138,6$ м
	встановлений $140,1 - 1,7 = 138,4$ м
2-й горизонт	що з'явився $140,1 - 82,9 = 57,2$ м
	встановлений
3-й горизонт	що з'явився
	встановлений

Абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод розраховується як різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини (число, що стоїть під номером свердловини, у першому стовпчику вихідних даних) і глибиною рівня води, що з'явився (встановився). Значення 1,5 м

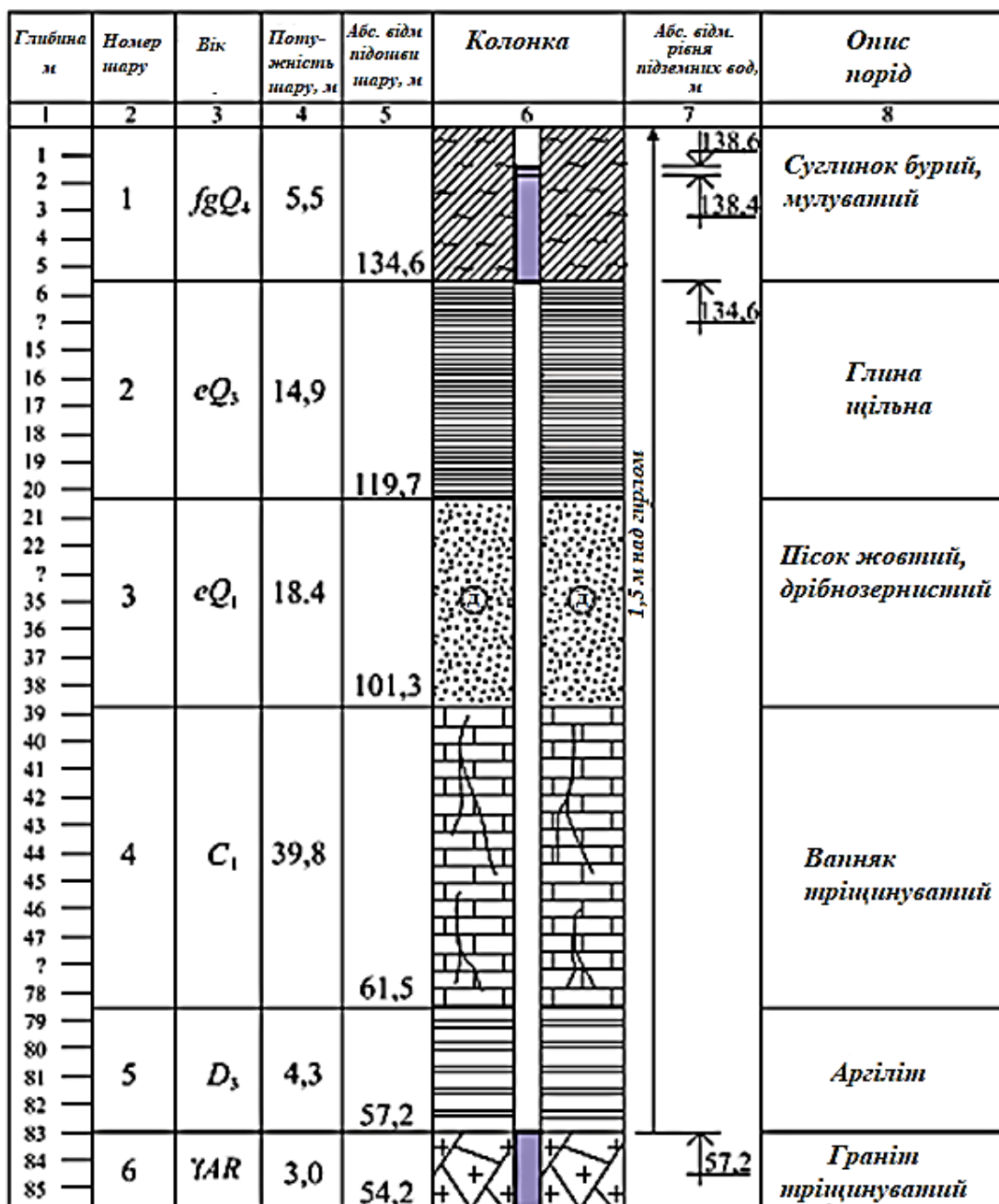


над гирлом означає, що були розкриті напірні води, які мають позитивний п'єзометричний рівень над гирлом свердловини, цей напір вказується безпосередньо на геологічній колонці.

Приступаємо до побудови геологічної колонки на міліметровому папері формату А4. Масштаб геологічної колонки приймаємо 1:200. Абсолютна відмітка гирла свердловини (точка перетину стовбура свердловини з поверхнею Землі) дорівнює +140,1 м. Абсолютна відмітка вибою свердловини дорівнює +54,2 м (глибина залягання підошви останнього шару). Приклад побудови геологічної колонки показано на рисунку 5.3.

**Геологічна колонка бурової свердловини № 19  
М 1:200**

Абсолютна відмітка гирла – 140,1 м  
Абсолютна відмітка вибою – 54,2 м



**Рис. 5.3. Геологічна колонка бурової свердловини**

### 5.5 Завдання

**Завдання 5.1.** Перекресліть фрагмент геологічної карти території на аркуш формату А3 згідно варіанту (табл. 5.3). Користуючись фрагментом карти території із приблизно горизонтальною поверхнею рельєфу, побудуйте можливий розріз по лінії I-I в припущенні, що шари гірських порід залягають згідно і кожен шар у межах карти має постійну потужність. Шари гірських порід на фрагменті карти та розрізі позначте відповідним кольором за віком і крапом за літологією. Яку форму порушеного залягання порід (дислокацію) видно на карті й розрізі?

Таблиця 5.3.

Вихідні дані для побудови геологічного розрізу  
за фрагментом геологічної карти

№ вар.	Фрагмент геологічної карти	№ вар.	Фрагмент геологічної карти
1	2	3	4
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	



1	2	3	4
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

**Завдання 5.2.** Використовуючи описи бурових свердловин, які наведені у бурових журналах (номер журналу відповідає номеру варіанту), побудуйте інженерно-геологічний розріз. Для побудови прийняти наступні масштаби: вертикальний – Мв 1:1 000, горизонтальний – Мг 1:10 000.

**Буровий журнал №1**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
<u>1</u> 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	S <sub>3</sub>	Залістисті кварцити	45,4	-	-
	5	Є <sub>3</sub>	Кварцити тріщинуваті	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
<u>2</u> 98,2	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	8,7	1,9 над гирлом	1,9 над гирлом
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок крупний із гравієм	10,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	17,1	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	22,3	-	-
	5	S <sub>3</sub>	Залістисті кварцити	27,0	-	-
	6	Є <sub>3</sub>	Кварцити тріщинуваті	38,8	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт зачеплений вивітрянням	46,0	38,8	1,5 над гирлом
<u>3</u> 116,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	11,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,2	14,8	15,2
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	48,3	-	-
	5	Є <sub>3</sub>	Кварцити тріщинуваті	53,7	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний вивітрений	58,0	53,7	4,6
<u>4</u> 117,1	7	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	5,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	12,5	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	34,7	14,1	14,6
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	43,3	-	-
	5	S <sub>3</sub>	Залістисті кварцити	46,1	-	-
	6	Є <sub>3</sub>	Кварцити тріщинуваті	55,3	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	60,0	53,3	3,9
Відстань між свердловинами: 1-2 – 660 м; 2-3 – 500 м; 3-4 – 720 мм						

## Буровий журнал №2

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 <hr/> 141,3	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	2,2	0,8	0,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	8,8	-	-
	3	K <sub>1</sub>	Крейда тріщинувата	69,8	40,1	40,7
	4	D <sub>3</sub>	Мармур тріщинуватий	89,3	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний вивітрений	92,0	89,3	22,6
2 <hr/> 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	K <sub>1</sub>	Крейда тріщинувата	45,4	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Мармур тріщинуватий	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
3 <hr/> 98,2	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	8,7	1,9 над гирлом	1,9 над гирлом
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок крупний із гравієм	10,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	17,1	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	22,3	-	-
	5	K <sub>1</sub>	Крейда тріщинувата	27,0	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Мармур тріщинуватий	38,8	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт зачеплений вивітрянням	46,0	38,8	1,5 над гирлом
4 <hr/> 116,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	11,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,2	14,8	15,2
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	48,3	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Мармур тріщинуватий	53,7	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний вивітрений	58,0	53,7	4,6
Відстань між свердловинами: 1-2 – 1050 м; 2-3 – 450 м; 3-4 – 300 м						



### Буровий журнал №3

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 <hr/> 144,1	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	3,1	0,6	0,1
	2	P <sub>3</sub>	Глина щільна	11,3	-	-
	3	J <sub>1</sub>	Глинисті сланці	72,8	45,0	45,6
	4	T <sub>3</sub>	Кристалічні сланці	97,9	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	99,6	97,9	25,8
2 <hr/> 101,1	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з жорствою	3,8	1,9	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,3	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,4	-	-
	4	J <sub>1</sub>	Глинисті сланці	29,6	-	-
	5	T <sub>3</sub>	Кристалічні сланці	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	65,2	16,5 над гирлом
3 <hr/> 107,9	1	pQ <sub>4</sub>	Рінь вапняку з суглинним заповнювачем	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,6	9,6	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,3	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	T <sub>3</sub>	Кристалічні сланці	56,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний	59,0	56,0	5,7 над гирлом
4 <hr/> 116,2	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	10,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,3	11,7	12,2
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,4	-	-
	4	J <sub>1</sub>	Глинисті сланці	44,7	-	-
	5	T <sub>3</sub>	Кристалічні сланці	51,8	-	-
Відстань між свердловинами: 1-2 – 980 м; 2-3 – 480 м; 3-4 – 120 м						

### Буровий журнал №4

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підосви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 <hr/> 101,1	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з брилами вапняку та жорствою	3,8	1,9	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,3	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,4	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	29,6	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	65,2	16,5 над гирлом
2 <hr/> 107,9	1	pQ <sub>4</sub>	Щебеневі утворення вапняку з суглинним заповнювачем	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,6	9,6	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,3	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	56,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний	59,0	56,0	5,7 над гирлом
3 <hr/> 116,2	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	10,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,3	11,7	12,2
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,4	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	44,7	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	51,8	-	-
4 <hr/> 118,6	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок сірий із щебенем вапняку	1,6	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	6,2	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	47,1	11,8	12,2
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	93,4	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	95,0	93,4	11,3
Відстань між свердловинами: 1-2 – 480 м; 2-3 – 300 м; 3-4 – 600 м						

### Буровий журнал №5

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 144,6	1	eQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	3,5	0,4	0,0
	2	N <sub>2</sub>	Суглинок з прошарками піску	12,1	-	-
	3	P <sub>2</sub>	Каолін первинний	73,2	46,2	46,8
	4	P <sub>2</sub>	Глина щільна	94,9	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	97,4	94,9	26,1
2 94,6	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	14,6	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	25,0	-	-
	4	P <sub>2</sub>	Каолін первинний	73,2	46,2	46,8
	5	P <sub>2</sub>	Глина щільна	94,9	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	48,0	44,6	19,8 над гирлом
3 96,9	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	12,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,1	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	33,6	-	-
	4	P <sub>2</sub>	Глина щільна	35,0	-	-
4 131,0	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок з прошарками піску й глини	3,4	-	-
	2	P <sub>2</sub>	Каолін первинний	73,2	46,2	46,8
	3	P <sub>2</sub>	Глина щільна	94,9	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	80,0	78,6	16,2
Відстань між свердловинами: 1-2 – 800 м; 2-3 – 600 м; 3-4 – 750 м						

### Буровий журнал №6

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 ----- 129,2	1	dQ <sub>4</sub>	Супісок сірий зі щебенем вапняку	2,5	-	-
	2	N <sub>1</sub>	Алевроліт	58,5	30,3	30,0
	3	T <sub>1</sub>	Пісковик щільний	72,4	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	75,0	72,4	13,0
2 ----- 106,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	7,2	4,9	5,5
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,65	-	-
	5	N <sub>1</sub>	Алевроліт	34,8	-	-
	6	T <sub>1</sub>	Пісковик щільний	61,6	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	66,0	61,6	9,4 над гирлом
3 ----- 112,8	1	aQ <sub>4</sub>	Суглинок бурий щільний	10,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,0	10,9	11,4
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм і галькою	47,9	-	-
	4	N <sub>1</sub>	Алевроліт	64,6	-	-
	5	T <sub>1</sub>	Пісковик щільний	70,0	64,6	4,1 над гирлом
4 ----- 114,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий мулуватий	4,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,2	11,8	11,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,2	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	38,1	78,6	16,2
	5	N <sub>1</sub>	Алевроліт	45,5	-	-
	6	T <sub>1</sub>	Пісковик щільний	67,3	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	70,0	67,3	10,2
Відстань між свердловинами: 1-2 – 600 м; 2-3 – 300 м; 3-4 – 350 м						

### Буровий журнал №7

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання подошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 141,3	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	2,2	0,8	0,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	8,8	-	-
	3	C <sub>3</sub>	Буре вугілля	69,8	40,1	40,7
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	89,3	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний вивітрений	92,0	89,3	22,6
2 129,2	1	dQ <sub>4</sub>	Супісок сірий зі щебенем вапняку	2,5	-	-
	2	C <sub>3</sub>	Буре вугілля	58,5	30,3	30,0
	3	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	72,4	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	75,0	72,4	13,0
3 106,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	7,2	4,9	5,5
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,65	-	-
	5	C <sub>3</sub>	Буре вугілля	34,8	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	61,6	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	66,0	61,6	9,4 над гирлом
4 112,8	1	aQ <sub>4</sub>	Суглинок бурий щільний	10,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,0	10,9	11,4
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм і галькою	47,9	-	-
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	64,6	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	70,0	64,6	4,1 над гирлом
Відстань між свердловинами: 1-2 – 880 м; 2-3 – 500 м; 3-4 – 180 м						

### Буровий журнал №8

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	K <sub>1</sub>	Мергель щільний	45,4	-	-
	5	K <sub>3</sub>	Крейда тріщинувата	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
2 105,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	2,5	4,1	4,6
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний кварцовий	14,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	24,6	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,5	-	-
	5	K <sub>1</sub>	Мергель щільний	33,9	-	-
	6	K <sub>3</sub>	Крейда тріщинувата	52,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий вивітрений	61,0	52,2	7,8 над гирлом
3 115,6	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	6,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,5	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,7	14,1	14,5
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	48,0	-	-
	5	K <sub>3</sub>	Крейда тріщинувата	50,2	-	-
4 116,0	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	8,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	14,9	13,2	13,8
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,8	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	38,1	-	-
	5	K <sub>1</sub>	Мергель щільний	44,6	-	-
	6	K <sub>3</sub>	Крейда тріщинувата	62,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	62,2	2,5
Відстань між свердловинами: 1-2 – 500 м; 2-3 – 320 м; 3-4 – 600 м						



### Буровий журнал №9

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 106,4	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	6,0	5,0	5,0
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	19,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Глина щільна	34,9	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	58,7	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	65,0	58,7	12,2 над гирлом
2 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Глина щільна	45,4	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
3 105,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	2,5	4,1	4,6
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний кварцовий	14,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	24,6	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,5	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Глина щільна	33,9	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	52,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий вивітрений	61,0	52,2	7,8 над гирлом
4 115,6	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	6,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,5	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,7	14,1	14,5
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	48,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	50,2	-	-
Відстань між свердловинами: 1-2 – 760 м; 2-3 – 400 м; 3-4 – 140 м						

### Буровий журнал №10

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підосви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 144,6	1	eQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	3,5	0,4	0,0
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	12,1	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	73,2	46,2	46,8
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	94,9	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	97,4	94,9	26,1
2 144,3	1	edQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	2,6	0,4	0,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина чорна щільна	11,9	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	73,0	45,8	45,5
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	94,5	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	99,0	94,5	29,1
3 106,6	1	pQ <sub>4</sub>	Щебінь вапняку з суглинним заповнювачем	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	12,8	4,6	5,1
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	25,9	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний з гравієм	41,5	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	45,4	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	52,0	45,4	4,1 над гирлом
4 118,4	1	dQ <sub>4</sub>	Пісок пилуватий	1,2	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	8,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	14,6	10,9	11,3
	4	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	18,9	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	47,1	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	57,4	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	62,0	57,4	2,7
Відстань між свердловинами: 1-2 – 620 м; 2-3 – 900 м; 3-4 – 440 м						

**Буровий журнал №11**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
<u>1</u> 141,3	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	2,2	0,8	0,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	8,8	-	-
	3	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	69,8	40,1	40,7
	4	D <sub>2</sub>	Конгломерат з кварцовою галькою	89,3	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	92,0	89,3	22,6
<u>2</u> 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	45,4	-	-
	5	D <sub>2</sub>	Конгломерат з кварцовою галькою	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
<u>3</u> 99,8			Шар льоду і води	-	2,3 над гирлом	2,5 над гирлом
	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	7,9	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок крупний з галькою	12,8	4,6	5,1
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	13,1	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	16,6	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	23,1	-	-
	6	D <sub>2</sub>	Конгломерат з кварцовою галькою	38,9	-	-
7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	44,3	38,9	15,9 над гирлом	
<u>4</u> 116,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	11,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,2	14,8	15,2
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	48,3	-	-
	5	D <sub>2</sub>	Конгломерат з кварцовою галькою	53,7	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	58,0	53,7	4,6
Відстань між свердловинами: 1-2 – 1020 м; 2-3 – 480 м; 3-4 – 300 м						

**Буровий журнал №12**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 118,4	1	dQ <sub>4</sub>	Пісок пилюватий	1,2	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	8,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	14,6	10,9	11,3
	4	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	18,9	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Пісковик щільний	47,1	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Кварцит тріщинуватий	57,4	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	62,0	57,4	2,7
2 119,5	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок щільний	1,6	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	6,2	-	-
	3	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	47,1	11,8	12,2
	4	D <sub>2</sub>	Кварцит незмінений	93,4	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт незмінений	95,0	93,4	11,3
3 114,5	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий мулуватий	4,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,2	11,8	11,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,2	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	38,1	78,6	16,2
	5	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	45,5	-	-
	6	D <sub>2</sub>	Кварцит незмінений	67,3	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	70,0	67,3	0,2
4 116,0	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	8,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	14,9	13,2	13,8
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,8	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	38,1	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Пісковик щільний	44,6	-	-
	6	D <sub>2</sub>	Кварцит тріщинуватий	62,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	70,0	62,2	2,5
Відстань між свердловинами: 1-2 – 1080 м; 2-3 – 600 м; 3-4 – 620 м						

### Буровий журнал №13

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 <hr/> 94,6			Шар льоду і води	-	4,9 над гирлом	-
	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	14,6	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	25,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Мармуризований вапняк	31,1	-	-
	5	D <sub>1</sub>	Мармур тріщинуватий	44,6	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	48,0	44,6	19,8 над гирлом
2 <hr/> 101,1	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з брилами вапняку та жорствою	3,8	1,9	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,3	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,4	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Мармуризований вапняк	29,6	-	-
	5	D <sub>1</sub>	Мармур тріщинуватий	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	65,2	16,5 над гирлом
3 <hr/> 129,2	1	dQ <sub>4</sub>	Супісок сірий зі щебенем вапняку	2,5	-	-
	2	C <sub>1</sub>	Мармуризований вапняк	58,5	30,3	30,0
	3	D <sub>1</sub>	Мармур тріщинуватий	72,4	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	75,0	72,4	13,0
4 <hr/> 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Мармуризований вапняк	45,4	-	-
	5	D <sub>1</sub>	Мармур тріщинуватий	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
Відстань між свердловинами: 1-2 – 580 м; 2-3 – 600 м; 3-4 – 600 м						

### Буровий журнал №14

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання подошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 ----- 144,6	1	eQ <sub>4</sub>	Супісок заторфований	3,5	0,4	0,0
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	12,1	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Кам'яне вугілля	73,2	46,2	46,8
	4	D <sub>3</sub>	Антрацит щільний	94,9	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	97,4	94,9	26,1
2 ----- 144,1	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок заторфований	3,1	0,6	0,1
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	11,3	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Кам'яне вугілля	72,8	45,0	45,6
	4	D <sub>3</sub>	Антрацит щільний	97,9	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	99,6	97,9	25,8
3 ----- 106,4	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	6,0	5,0	5,0
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	19,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Кам'яне вугілля	34,9	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Антрацит щільний	58,7	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	65,0	58,7	12,2 над гирлом
4 ----- 102,3	1	aQ <sub>4</sub>	Мул сірий з органічними рештками	2,0	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	5,9	0,8	0,3
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	10,1	-	-
	4	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	11,7	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Кам'яне вугілля	25,0	-	-
Відстань між свердловинами: 1-2 – 650 м; 2-3 – 1050 м; 3-4 – 350 м						



**Буровий журнал №15**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 106,6	1	pQ <sub>4</sub>	Уламки гнейсу з суглинним заповнювачем	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	12,8	4,6	5,1
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	25,9	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний з гравієм	41,5	-	-
	5	D <sub>2</sub>	Грануліт з гранатом	45,4	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	52,0	45,4	4,1
2 107,9	1	pQ <sub>4</sub>	Щебеневі утворення гнейсу	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,6	9,6	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,3	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	D <sub>2</sub>	Грануліт з гранатом	56,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний	59,0	56,0	5,7 над гирлом
3 106,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	7,2	4,9	5,5
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,65	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Гнейс тріщинуватий	34,8	-	-
	6	D <sub>2</sub>	Грануліт з гранатом	61,6	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	66,0	61,6	9,4
4 105,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	2,5	4,1	4,6
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний кварцовий	14,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	24,6	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,5	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Гнейс тріщинуватий	33,9	-	-
	6	D <sub>2</sub>	Грануліт з гранатом	52,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий вивітрений	61,0	52,2	7,8 над гирлом
Відстань між свердловинами: 1-2 – 1000 м; 2-3 – 600 м; 3-4 – 500 м						

**Буровий журнал №16**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 116,0	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	8,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	14,9	13,2	13,8
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,8	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	38,1	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	44,6	-	-
	6	D <sub>1</sub>	Пісковик щільний	62,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	70,0	62,2	2,5
2 115,8	1	aQ <sub>4</sub>	Суглинок бурий щільний	6,6	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,6	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,8	15,1	15,6
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із галькою й гравієм	48,4	-	-
	5	D <sub>1</sub>	Пісковик щільний	61,4	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт незмінений	72,8	56,0	5,7 над гирлом
3 105,0	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	2,5	4,1	4,6
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний кварцовий	14,3	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	24,6	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,5	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	33,9	-	-
	6	D <sub>1</sub>	Пісковик щільний	52,2	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий вивітрений	61,0	52,2	7,8 над гирлом
4 116,7	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	4,7	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,8	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	45,4	-	-
	5	D <sub>1</sub>	Пісковик щільний	65,2	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	67,0	65,2	1,3
Відстань між свердловинами: 1-2 – 620 м; 2-3 – 340 м; 3-4 – 580 м						

**Буровий журнал №17**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 140,1	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок заторфований	3,0	0,5	0,0
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	11,5	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	72,5	45,0	45,5
	4	D <sub>3</sub>	Вапняк закарстований	97,0	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	99,5	97,0	25,0
2 100,5	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з брилами вапняку та жорствою	3,5	2,0	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,0	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,5	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	29,5	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Вапняк закарстований	65,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	65,0	16,5 над гирлом
3 108,1	1	pQ <sub>4</sub>	Рінь вапняку	2,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,5	9,5	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Вапняк закарстований	56,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний	59,0	56,0	5,7 над гирлом
4 116,2	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	10,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	11,5	12,0
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,5	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	44,5	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Вапняк закарстований	52,0	-	-
Відстань між свердловинами: 1-2 – 950 м; 2-3 – 450 м; 3-4 – 150 м						

**Буровий журнал №18**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 101,3	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з брилами граніту та жорствою	4,0	2,0	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,5	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,5	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	30,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Пісковик кварцовий	65,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	70,0	65,0	16,5 над гирлом
2 107,7	1	pQ <sub>4</sub>	Гранітна жорства з суглинним заповнювачем	2,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,5	9,5	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Пісковик кварцовий	56,0	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний	60,0	56,0	5,5 над гирлом
3 117,2	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	10,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	11,5	12,0
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,5	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	44,5	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Пісковик кварцовий	51,5	-	-
4 119,5	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок сірий із щебенем граніту	1,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	6,0	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	47,0	11,8	12,2
	4	D <sub>3</sub>	Пісковик кварцовий	93,0	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	95,0	90,4	11,3
Відстань між свердловинами: 1-2 – 500 м; 2-3 – 300 м; 3-4 – 600 м						

### Буровий журнал №19

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1}{145,0}$	1	eQ <sub>4</sub>	Супісок заторфований	3,5	0,5	0,0
	2	C <sub>3</sub>	Глина щільна	12,0	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Алевроліт	73,0	46,0	46,6
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	94,5	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	97,5	94,5	26,0
$\frac{2}{94,5}$			Шар льоду і води	-	5,0 над гирлом	-
	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	5,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	14,5	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	25,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Алевроліт	31,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	44,5	-	-
	6	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	48,0	44,5	19,5 над гирлом
$\frac{3}{97,0}$			Шар льоду і води	-	2,5 над гирлом	-
	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	12,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	20,1	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	33,6	-	-
	4	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	35,0	-	-
$\frac{4}{131,0}$	1	dQ <sub>4</sub>	Суглинок з лінзами глини	3,5	-	-
	2	C <sub>1</sub>	Алевроліт	59,5	24,8	24,7
	3	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	78,5	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	80,0	78,5	16,0
Відстань між свердловинами: 1-2 – 850 м; 2-3 – 650 м; 3-4 – 750 м						

**Буровий журнал №20**

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підосви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
1 <u>130,0</u>	1	dQ <sub>4</sub>	Супісок зі щебенем граніту	2,5	-	-
	2	C <sub>2</sub>	Крейда порушена вивітрянням	58,5	30,0	27,2
	3	C <sub>1</sub>	Вапняк закарстований	71,5	-	-
	4	γPR <sub>1</sub>	Граніт вивітрений	75,0	71,5	13,0
2 <u>105,0</u>	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий пухкий	7,2	4,9	5,5
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,7	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	26,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	32,5	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Крейда порушена вивітрянням	34,5	-	-
	6	C <sub>1</sub>	Вапняк закарстований	61,5	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	65,0	61,5	9,5 над гирлом
3 <u>113,8</u>	1	aQ <sub>4</sub>	Суглинок бурий щільний	11,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,0	11,0	11,5
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм і галькою	48,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	64,5	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	70,0	64,5	4,1 над гирлом
4 <u>115,5</u>	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий мулуватий	4,4	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,0	11,8	11,9
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	32,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	38,0	78,5	16,0
	5	C <sub>2</sub>	Крейда порушена вивітрянням	45,5	-	-
	6	C <sub>1</sub>	Вапняк закарстований	67,0	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт крупнокристалічний тріщинуватий	70,0	67,0	10,0
Відстань між свердловинами: 1-2 – 500 м; 2-3 – 300 м; 3-4 – 400 м						



**Завдання 5.3.** Використовуючи описи бурових свердловин (табл. 5.4), побудуйте геологічну колонку свердловини на аркуші формату А4. Номер варіанту відповідає номеру свердловини. Масштаб прийняти 1:200.

Таблиця 5.4.

Опис бурових свердловин

Номер свердловини і абсолютна відмітка гирла, м	Номер шару	Геологічний вік	Опис гірських порід	Глибина залягання підошви шару, м	Глибина залягання рівня підземних вод, м	
					що з'явився	встановлений
1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1}{102,3}$	1	aQ <sub>4</sub>	Мул сірий з органічними рештками	2,0	0,8	0,3
	2	aQ <sub>4</sub>	Супісок сірий заторфований	5,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	10,1	-	-
	4	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	11,7	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	25,0	-	-
$\frac{2}{106,4}$	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	6,0	5,0	5,0
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	14,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	19,0	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	34,9	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	58,7	-	-
	6	γδAR	Гранодіорит порушений вивітрянням	65,0	58,7	12,2 над гирлом
$\frac{3}{116,5}$	1	deQ <sub>4</sub>	Супісок сірий	2,2	0,8	0,6
	2	C <sub>3</sub>	Глина чорна щільна	8,8	-	-
	3	C <sub>1</sub>	Аргіліт сірий	69,8	40,1	22,6
	4	D <sub>3</sub>	Доломіт тріщинуватий	89,3	-	-
	5	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий	92,0	89,3	40,7
$\frac{4}{101,1}$	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний з брилами пісковика та жорствою	3,8	1,9	1,5
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	5,3	-	-
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	6,4	-	-
	4	C <sub>1</sub>	Пісковик тріщинуватий	29,6	-	-
	5	Є1	Кварцит вивітрений	65,2	-	-
	6	AR	Кварцит кварцовий тріщинуватий	70,0	65,2	16,5 над гирлом

Продовження таблиці 5.4.

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{5}{105,0}$	1	aQ <sub>4</sub>	Мул з органічними залишками	5,8	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Супісок заторфований	14,3	4,1	4,6
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	24,6	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок середній з лінзами глин	32,5	-	-
	5	N <sub>2</sub>	Жорства з крупними уламками габро	33,9	-	-
	6	O <sub>1</sub>	Лабрадорит тріщинуватий	52,2	-	-
	7	vPR <sub>1</sub>	Габро незмінене	61,0	52,2	7,8 над гирлом
$\frac{6}{117,0}$	1	pQ <sub>4</sub>	Щебінь вапняку з суглинним заповнювачем	2,3	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,6	9,6	5,5
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,3	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	42,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	56,0	-	-
	6	pAR <sub>1</sub>	Кристалічні сланці щільні	59,0	56,0	5,7 над гирлом
$\frac{7}{117,5}$	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	5,1	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	12,9	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній із гравієм	34,8	14,5	14,8
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	43,1	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Вапняк тріщинуватий	46,9	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Аргіліт сірий	55,8	-	-
	7	βAR	Базальт тріщинуватий	64,0	55,8	2,9
$\frac{8}{116,7}$	1	eQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	10,6	-	-
	2	aQ <sub>2</sub>	Пісок середній	32,2	11,9	11,4
	3	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	50,4	-	-
	4	T <sub>1</sub>	Сланці слюдяні	74,6	-	-
	5	P <sub>2</sub>	Гнейс смугастий, тріщинуватий	80,0	74,6	5,1 над гирлом
$\frac{9}{155,8}$	1	aQ <sub>4</sub>	Суглинок щільний	6,6	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок жовтий	13,6	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	35,8	15,1	15,6
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із галькою і гравієм	48,4	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	61,4	-	-
	6	λC <sub>4</sub>	Ріоліт тріщинуватий	72,8	-	-

Продовження таблиці 5.4.

1	2	3	4	5	6	7
10 107,9	-	-	Шар льоду і води	-	2,3 над гирлом	2,5 над гирлом
	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	7,9	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок крупний із галькою	12,8	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	13,1	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	16,6	-	-
	5	C <sub>1</sub>	Мергель вивітрений	23,1	-	-
	6	D <sub>3</sub>	Вапняк вивітрений тріщинуватий з жорствою	38,9	-	-
7	S <sub>2</sub>	Мармур тріщинуватий	44,3	38,9	15,9 над гирлом	
11 107,5	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок пилюватий	2,6	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Супісок бурий	8,4	5,7	5,7
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	18,9	-	-
	4	aQ <sub>2</sub>	Пісок середній глинистий	22,2	-	-
	5	N <sub>1</sub>	Глина щільна	36,0	-	-
	6	K <sub>2</sub>	Алевроліт щільний	53,6	-	-
	7	γPR <sub>1</sub>	Граніт тріщинуватий крупнокристалічний	59,4	53,6	7,1 над гирлом
12 99,8	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	8,0	-	-
	2	aQ <sub>4</sub>	Пісок крупний	13,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	13,3	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний із гравієм	16,5	-	-
	5	P <sub>3</sub>	Глина з жорствою	23,0	-	-
	6	J <sub>1</sub>	Алевроліт щільний	40,5	-	-
	7	δPR <sub>1</sub>	Діорит тріщинуватий	44,3	40,5	16,0 над гирлом
13 117,6	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	5,0	-	-
	2	aQ <sub>2</sub>	Супісок легкий	13,0	-	-
	3	aQ <sub>1</sub>	Пісок середній із гравієм	35,0	14,5	15,0
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний	43,0	-	-
	5	P <sub>2</sub>	Пісковик слабо зцементований	47,0	-	-
	6	K <sub>2</sub>	Пісковик щільний	55,5	-	-
	7	γδPR <sub>1</sub>	Гранодіорит порушений вивітрюванням	65,0	55,5	3,0

Продовження таблиці 5.4.

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{14}{107,9}$	1	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	7,5	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок крупний із галькою	12,5	-	-
	3	aQ <sub>2</sub>	Пісок середній	13,5	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Глина щільні	16,5	-	-
	5	K <sub>2</sub>	Крейда вивітрена	23,5	-	-
	6	C <sub>3</sub>	Вапняк закарстований	40,0	-	-
	7	O <sub>2</sub>	Мармуризований вапняк тріщинуватий	45,0	40,0	15,0 над гирлом
$\frac{15}{107,5}$	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок пилюватий	3,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок бурий	8,5	5,0	5,0
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок дрібний	20,0	-	-
	4	aQ <sub>2</sub>	Суглинок пилюватий	22,5	-	-
	5	N <sub>1</sub>	Глина щільна	35,0	-	-
	6	P <sub>2</sub>	Глинисті сланці	50,0	-	-
	7	Є <sub>1</sub>	Гнейс тріщинуватий крупнокристалічний	60,2	50,60	6,5 над гирлом
$\frac{16}{99,8}$	1	aQ <sub>4</sub>	Пісок дрібний	5,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Пісок крупний	12,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	13,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	16,0	-	-
	5	P <sub>1</sub>	Пісковик кварцовий тріщинуватий	20,0	-	-
	6	O <sub>1</sub>	Пісковик кварцовий щільний	40,0	-	-
	7	AR	Кварцит тріщинуватий	45,5	40,0	15,0 над гирлом
$\frac{17}{117,6}$	1	aQ <sub>4</sub>	Супісок легкий	4,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок щільний	12,5	-	-
	3	aQ <sub>2</sub>	Пісок середній із гравієм	33,3	13,0	15,0
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок забруднений глиною	41,0	-	-
	5	P <sub>2</sub>	Глина щільна	45,0	-	-
	6	P <sub>2</sub>	Глинисті сланці	55,1	-	-
	7	S <sub>1</sub>	Кристалічні сланці слюдяні	60,0	55,1	5,0

Продовження таблиці 5.4.

1	2	3	4	5	6	7
$\frac{18}{105,9}$	1	aQ <sub>2</sub>	Мул з органічними залишками	6,0	-	-
	2	aQ <sub>2</sub>	Супісок заторфований	14,0	4,0	4,5
	3	aQ <sub>1</sub>	Пісок дрібний	23,5	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок середній з лінзами глини	30,5	-	-
	5	C <sub>2</sub>	Кам'яне вугілля	34,4	-	-
	6	C <sub>1</sub>	Антрацит	50,0	-	-
	7	vPR <sub>1</sub>	Габро незмінене	60,0	50,0	7,5 над гирлом
$\frac{19}{127,0}$	1	pQ <sub>4</sub>	Щебеневі утворення пісковику з суглинним заповнювачем	2,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий	9,5	9,5	5,0
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній	28,0	-	-
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний кварцовий	40,0	-	-
	5	D <sub>3</sub>	Пісковик кварцовий	55,0	-	-
	6	AR <sub>1</sub>	Гнейс щільний з гранатом	60,0	50,0	5,5 над гирлом
$\frac{20}{104,5}$	1	aQ <sub>3</sub>	Суглинок бурий щільний	5,0	-	-
	2	aQ <sub>3</sub>	Супісок	13,0	-	-
	3	aQ <sub>3</sub>	Пісок середній із галькою	35,0	14,5	15,0
	4	fgQ <sub>1</sub>	Пісок крупний жорствою	42,5	-	-
	5	N <sub>2</sub>	Глина щільна з прошарками алевроліту	47,0	-	-
	6	C <sub>3</sub>	Аргіліт щільний	55,5	-	-
	7	αPR <sub>1</sub>	Андезит тріщинуватий	65,0	55,5	3,0

## 6 ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ КАРТИ ТА ДИНАМІКА ПІДЗЕМНИХ ВОД

*Навчальна мета теми:* надання здобувачам вищої освіти базових знань з розв'язання деяких задач із динаміки підземних вод та методики побудови гідрогеологічних карт.

### 6.1 Визначення швидкості та напрямку руху ґрунтових вод

Рух підземних вод у порах і тріщинах у зоні аерації відбувається за неповного заповнення пор водою і називається *інфільтрацією*. У зоні насичення рух підземних вод відбувається за повного заповнення пор водою, називається *фільтрацією* і підпорядковується закону Дарсі:

$$Q = k \cdot J \cdot w, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (6.1)$$

де  $Q$  – витрата води в  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;

$k$  – коефіцієнт фільтрації, що характеризує водопроникність породи,  $\text{м}/\text{добу}$ ;

$J$  – напірний коефіцієнт – втрата напору на одиницю довжини шляху, величина безрозмірна;

$w$  – поперечний переріз водоносного пласта,  $\text{м}^2$ .

Розв'язок завдань про рух підземних вод, вибір методу гідрогеологічного розрахунку та розрахункової схеми здійснюють на основі схематизації (спрощення) природних гідрогеологічних умов. При цьому враховують основні особливості фільтраційного потоку підземних вод (характер руху, гідравлічні характеристики, фільтраційні властивості порід, межі водоносних горизонтів тощо).

Типовим прикладом плоского потоку може слугувати рух підземних вод до траншей, штолень та інших горизонтальних виробок. Витрата безнапірного потоку в однорідних пластах за наявності горизонтального водотриву визначається за формулою:

$$Q = k_{\phi} \cdot F \cdot I = k \cdot b \cdot h_{\text{ср}} \cdot I_{\text{ср}} \quad (6.2)$$

де  $k_{\phi}$  – коефіцієнт фільтрації;

$b$  – ширина потоку,  $\text{м}$ ;

$h_{\text{ср}}$  – середня потужність потоку,  $\text{м}$ ;

$I_{\text{ср}}$  – середній напірний градієнт потоку.

Приймаючи  $h_{\text{ср}} = \frac{h_1 + h_2}{2}$  та  $I_{\text{ср}} = \frac{h_1 - h_2}{L}$ , витрату ґрунтового потоку можна розрахувати за наступною формулою:

$$Q = k_{\phi} B \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \quad (6.3)$$

де  $h_1$  і  $h_2$  – потужність водоносного пласта відповідно у свердловинах 1 й 2;

$L$  – відстань між свердловинами.

Одиничну витрату потоку при похилому водотриві (рис. 6.1) визначають за формулою:

$$q = \frac{k_{\phi}(H_1 - H_2)(h_1 + h_2)b}{2L} \quad (6.4)$$

де  $H_1$  і  $H_2$  – напори відповідно у свердловинах 1 і 2, які обчислюють від будь-якої горизонтальної площини;

$b$  – ширина потоку, яка приймається при визначенні одиничної витрати, що дорівнює 1  $\text{м}$ .

Потужність водоносного пласта в свердловинах обчислюють як різницю абсолютних відміток рівня ґрунтових вод (РГВ) і покрівлі водотриву. Значення  $H_1$  і  $H_2$  приймають рівними абсолютним відміткам РГВ у свердловинах 1 і 2.

Під час визначення припливу води до вертикальних водозаборів враховується лійкоподібне зниження рівня внаслідок тертя води і частинок ґрунту, при цьому утворюється *депресійна лійка*, що в плані має форму близьку до кола. Радіус депресійної лійки називається



радіусом впливу ( $R$ ), який у безнапірному водоносному пласті для досконалої свердловини визначається за формулою:

$$R = 2S \sqrt{H \cdot k_{\phi}} \quad (6.5)$$

де  $S$  – зниження рівня води під час відкачування по центру воронки, м;

$H$  – потужність безнапірного водоносного пласта, м.

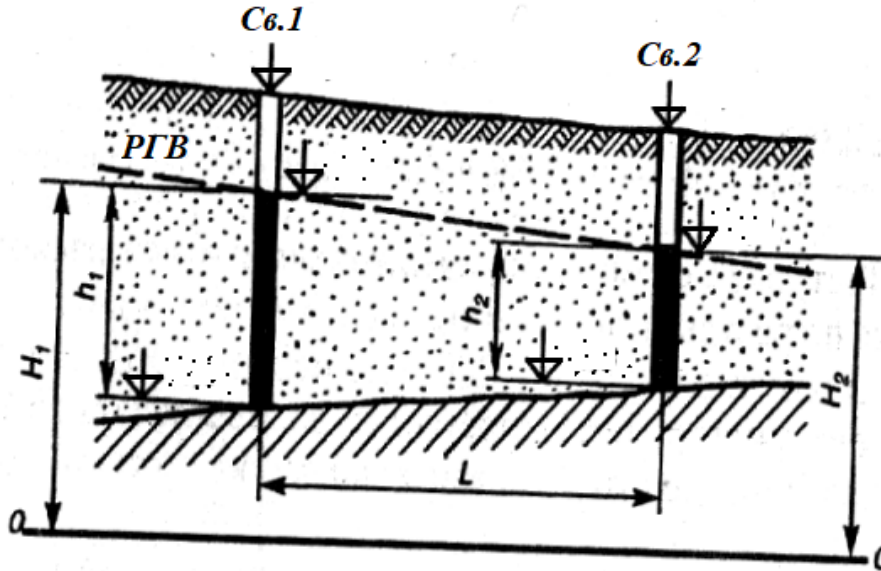


Рис. 6.1. Схематичний розріз потоку ґрунтових вод на похилому водотриві

Приплив води до досконалих безнапірних свердловин (рис. 6.2) визначається за формулою:

$$Q = 1,366k_{\phi} \frac{(H^2 - h^2)}{\log R - \log r} = 1,366k_{\phi} \frac{2H - S}{\log R - \log r} \quad \text{при } L \geq 0,5R \quad (6.6)$$

$$Q = 1,366k_{\phi} \frac{(H^2 - h^2)}{\log 2L - \log r} = 1,366k_{\phi} \frac{2H - S}{\log 2L - \log r} \quad \text{при } L < 0,5R \quad (6.7)$$

де  $h$  – рівень води у свердловині після відкачування;  $S = H - h$ .

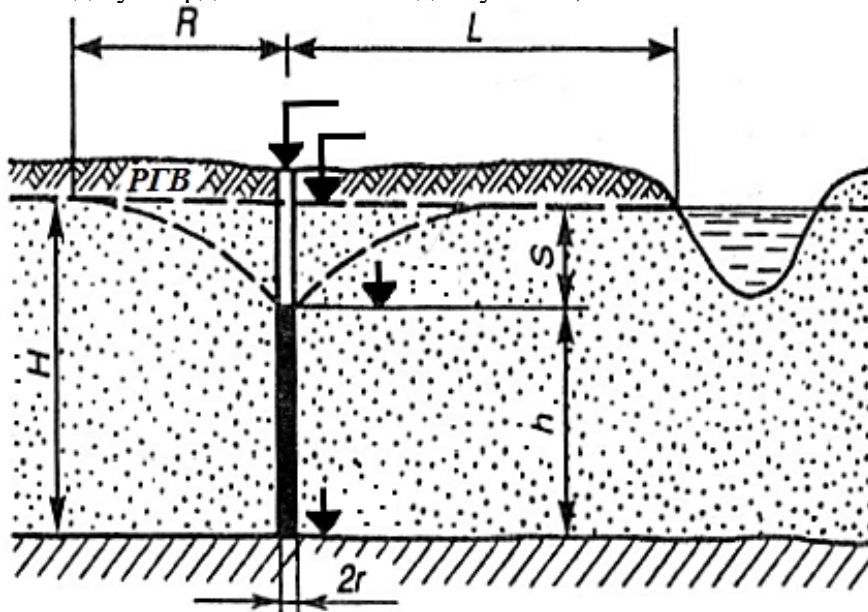


Рис. 6.2. Розрахункова схема для визначення припливу води до досконалої свердловини, яка розташована на березі річки (водойми) в безнапірному водоносному пласті

Дебіт досконалої свердловини, що живиться напірними водами (рис. 6.3), розраховують за наступною формулою:

$$Q = 2,73k_{\phi} \cdot m \frac{S}{\log R - \log r} \quad (6.8)$$

де  $m$  – потужність водоносного пласта;

$R$  – радіус впливу досконалої напірної свердловини;  $R = 10S\sqrt{k_{\phi}}$ .

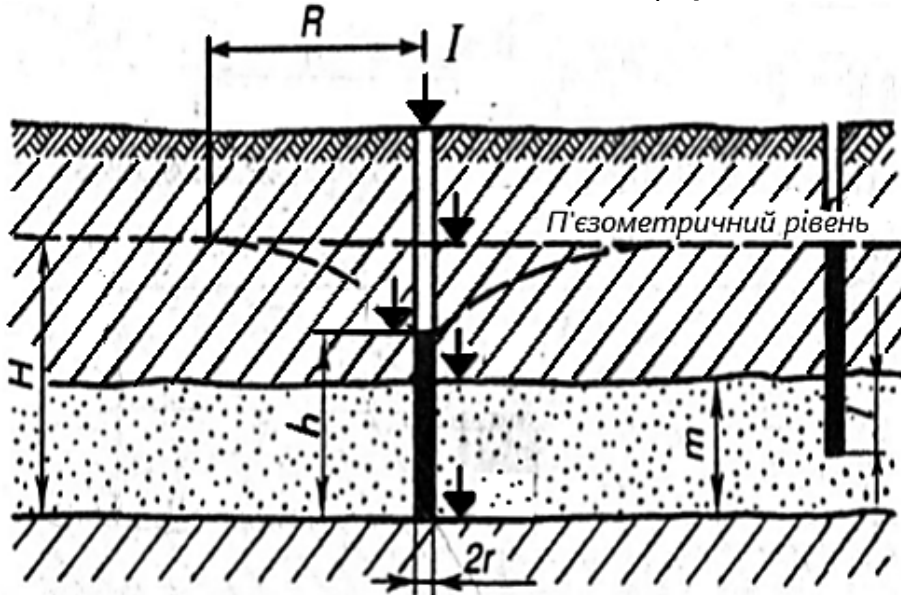


Рис. 6.3. Розрахункова схема для визначення припливу води до свердловини в напірному водоносному горизонті

## 6.2 Побудова карти гідроізогіпс

Для оцінки гідрогеологічних умов місцевості, виявлення можливостей водопостачання, влаштування полів фільтрації, зрошення або осушення території, а також боротьби з карстовими провалами та зсувами складають гідрогеологічні карти.

З усіх видів спеціальних гідрогеологічних карт найбільший інтерес і практичне значення для інженерних цілей мають *карти гідроізогіпс*, які є графічним зображенням поверхні (дзеркала) ґрунтових вод.

*Гідроізогіпси* – це плавні лінії, які з'єднують точки з однаковими абсолютними (іноді відносними) відмітками рівня ґрунтових вод. Зовні карта гідроізогіпс виглядає як карта горизонталей рельєфу місцевості.

Напрямок потоку визначається як найкоротша відстань між двома гідроізогіпсами в будь-якому місці площадки. Потік спрямований від більшої гідроізогіпси до меншої. Залежно від положення ліній струмів розрізняють потоки плоскі (рис. 6.4 а) – лінії струмів паралельні між собою, радіальні (рис. 6.4 б, в) – лінії струмів розходяться або сходяться, криволінійні (рис. 6.4 г). За наявності декількох видів потоків в одному, його називають складним.

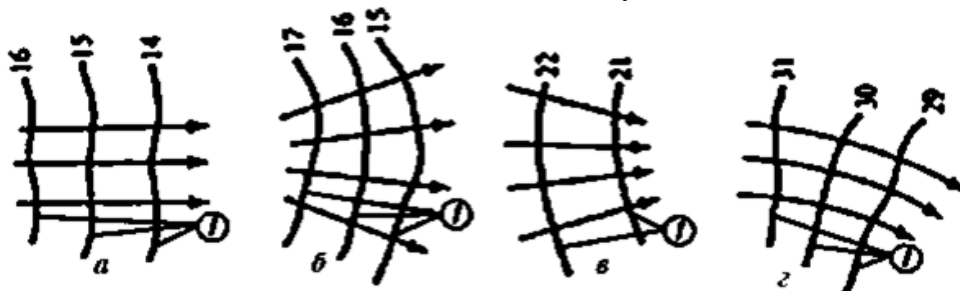


Рис. 6.4. Форми потоків ґрунтових вод  
а – плоский; б – радіальний, що розходиться;  
в – радіальний, що сходиться; г – криволінійний

Побудова гідрогеологічних карт (карт гідроізогіпс) аналогічна побудові топографічних карт, гідроізогіпси – аналогічні горизонталям рельєфу. Карту гідроізогіпс слід будувати за наступним алгоритмом:

1. Побудувати план розташування свердловин у визначеному масштабі.
2. Зліва від свердловини вказати її номер; справа записати дріб у вигляді: в чисельнику – абсолютну відмітку гирла свердловини, в знаменнику – абсолютну відмітку рівня ґрунтових вод (різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини і глибиною залягання РГВ).
3. З'єднати свердловини тонкими прямими лініями. Застосовуючи спосіб інтерполяції, відзначити на цих лініях точки, відповідні гідроізогіпсам з абсолютними відмітками в цілих метрах (в деяких випадках – через 0,5 м).
4. Відзначені точки з'єднати плавними лініями, враховуючи, що гідроізогіпси не можуть перетинатися або обриватися в межах ділянки. Іноді вони можуть утворювати замкнуті лінії.
5. Показати напрям руху ґрунтового потоку стрілками. При цьому слід пам'ятати, що потік завжди направлений від великих абсолютних відміток до менших та його напрям є перпендикулярним гідроізогіпсам.
6. Вибрати на карті гідроізогіпс напрям (створ), на якому має місце найбільша різниця рівнів, тобто найбільший гідравлічний ухил або напірний градієнт. Визначити його за наступною формулою:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{l} = \frac{\Delta H}{l} \quad (6.9)$$

де  $H_1, H_2$  – абсолютні відмітки рівня ґрунтових вод (РГВ) на обраному напрямку;

$\Delta H$  – різниця між  $H_1$  і  $H_2$ ;

$l$  – відстань між точками з рівнями  $H_1$  та  $H_2$ .

7. За визначеним значенням гідравлічного ухилу  $I$  та заданим коефіцієнтом фільтрації  $k_f$  найпроникнішого шару водонасичених ґрунтів розрахувати швидкість фільтрації:

$$V = k_f \cdot I, \text{ м/добу} \quad (6.10)$$

8. Визначити дійсну швидкість руху ґрунтових вод з використанням значення пористості  $n$  того ж шару ґрунту:

$$V_d = \frac{V}{n}, \text{ м/добу} \quad (6.11)$$

де  $n$  – пористість ґрунту, яка визначається за формулою:

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad (6.12)$$

Розглянемо приклад побудови карти гідроізогіпс за даними вимірів рівня ґрунтових вод у 16 свердловинах, які закладені у водоносному горизонті у вигляді квадратної сітки. Відстань між свердловинами 40 м, масштаб 1:1000. Перетин гідроізогіпс – 0,5 м, коефіцієнт фільтрації становить  $k_f = 24$  м/добу. Приклад оформлення карти гідроізогіпс наведено на рисунку 6.5.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
свердловини																
Абсолютна відмітка рівня води, м	3,7	3,2	3,0	2,7	3,0	2,4	1,8	1,2	3,5	3,0	2,5	1,8	4,1	3,6	3,0	2,5

За картою гідроізогіпс визначаємо:

1. У кожному квадраті визначаємо напрямок (стрілками) руху ґрунтових вод.
2. У першому квадраті визначаємо значення напірного градієнта:

$$I = \frac{h_2 - h_1}{L} = \frac{3,5 - 3}{19,3} = 0,026$$

3. Визначаємо швидкість фільтрації води в тому ж квадраті:

$$V = I \cdot k_{\phi} = 0,026 \cdot 24 = 0,624 \text{ м/добу}$$

4. Визначаємо максимальне значення напірного градієнта:

$$I_{max} = \frac{h_2 - h_1}{L_{min}} = \frac{2,0 - 1,5}{11,1} = 0,045$$

5. Максимальна швидкість води по всій карті:

$$V_{max} = I_{max} \cdot k_{\phi} = 0,045 \cdot 24 = 1,08 \text{ м/добу}$$

6. Визначаємо мінімальне значення напірного градієнта:

$$I_{min} = \frac{h_2 - h_1}{L_{max}} = \frac{3,0 - 2,5}{33,3} = 0,015$$

7. Мінімальна швидкість води по всій карті:

$$V_{min} = I_{min} \cdot k_{\phi} = 0,015 \cdot 24 = 0,36 \text{ м/добу}$$

Карта гідроізогінс  
М 1:1000

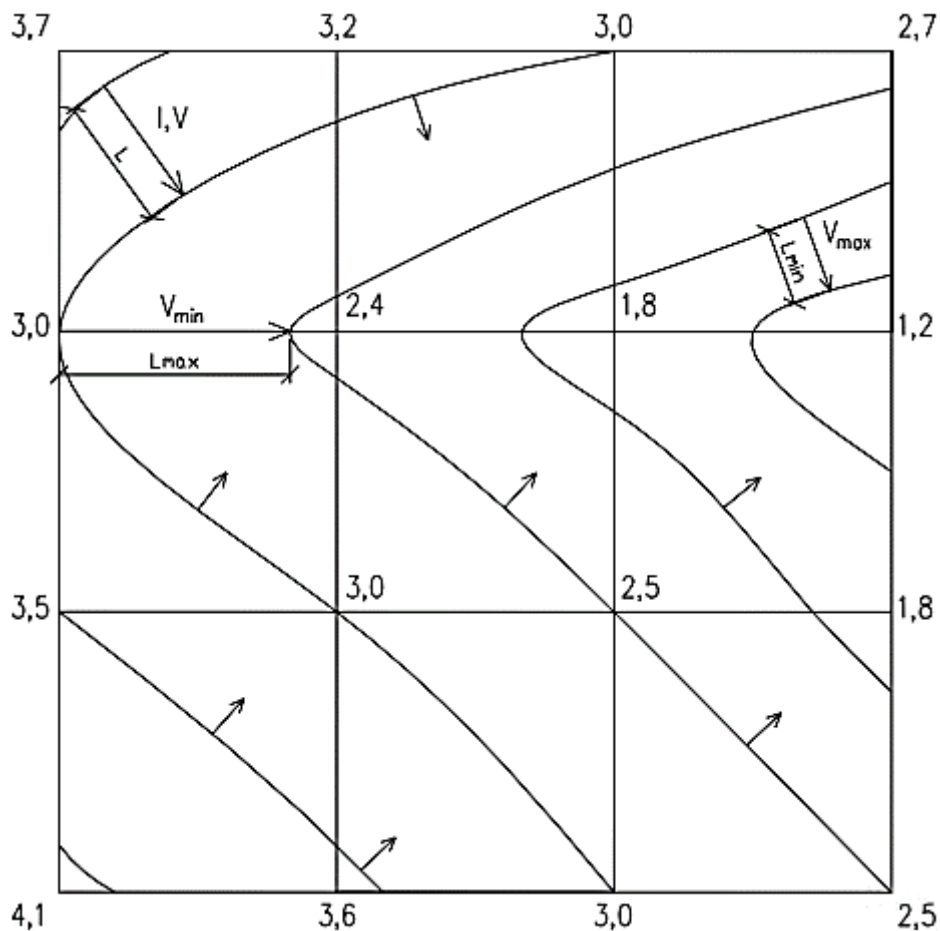


Рис. 6.5. Приклад побудови карти гідроізогінс

Карта гідроізогіпс широко використовується для встановлення напрямку потоку ґрунтових вод, величини напірного градієнта, глибини залягання води, а також для підрахунку швидкості руху води.

Напрямок руху ґрунтових вод визначають шляхом опускання перпендикуляра від гідроізогіпси з великою відміткою на гідроізогіпсу з меншою відміткою. Напрямок ґрунтового потоку збігається з цим перпендикуляром.

Для визначення ухилу потоку за картою гідроізогіпс на площі певної ділянки беруть різницю між відмітками крайніх гідроізогіпс на цій ділянці і ділять її на відстані між ними.

Глибину залягання ґрунтових вод у будь-якій точці визначають за різницею між відміткою горизонталі поверхні землі та відміткою гідроізогіпси в даній точці.

Поверхня ґрунтових вод, як показують інженерно-геологічні дослідження великих площ, здебільшого нерівна, хвиляста. Часто вона повторює рельєф поверхні. Однак таке співвідношення поверхні землі та поверхні ґрунтових вод на окремих ділянках може порушуватися.

Глибина залягання ґрунтових вод також залежить від рельєфу місцевості. В річкових долинах, ярах та інших пониженнях рельєфу ґрунтові води знаходяться на порівняно невеликій глибині. У міру підвищення рельєфу глибина залягання ґрунтових вод збільшується. На вододілах та інших височинах глибина залягання може досягати кілька десятків метрів.

Таким чином, за допомогою карти гідроізогіпс вирішуються наступні основні завдання: встановлення характеру поверхні (дзеркала) ґрунтових вод, напрямку їхньої течії, величини напірного градієнта, швидкості руху води, глибини залягання ґрунтових вод з метою найбільш сприятливих ділянок для будівництва будівель і споруд із фундаментами, що глибоко залягають.

### 6.3 Боротьба з підземними водами при зведенні та експлуатації споруд

Водозабори (рис. 6.6) можуть бути *досконалими*, коли свердловиною або колодязем пройдено весь водоносний шар і приплив води йде зі стінок на всю потужність водоносного шару і *недосконалими*, коли водоносний шар повністю не розкритий, а приплив води йде з дна виробки та зі стінок на розкриту потужність.

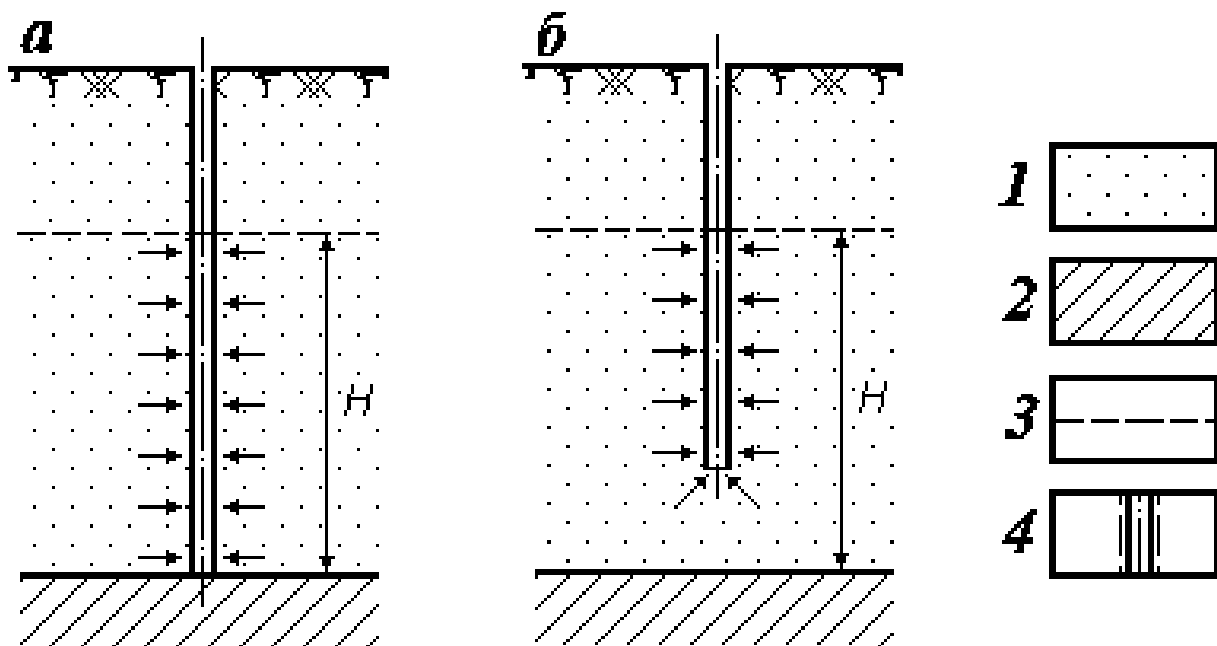


Рис. 6.6. Водозабірні колодязі досконого (а) і недосконого (б) типу:

- 1 – водопроникна порода; 2 – водотривка порода;  
3 – дзеркало ґрунтових вод; 4 – фільтр, кріплення

При високому рівні ґрунтових вод, у період будівництва та експлуатації споруд застосовують штучне водозниження. Вибір раціонального способу водозниження залежить від характеру споруджуваного або побудованого об'єкта, геологічної будови та гідрогеологічних умов будівельного майданчика.

Тимчасове зниження рівня ґрунтових вод застосовують на період будівництва і називають будівельним водозниженням, а довгочасне – на період експлуатації споруд, і його називають *дренажем*.

Залежно від призначення та геологічних умов застосовують горизонтальні, вертикальні та комбіновані дренажні системи.

Горизонтальний дренаж забезпечує водозниження за допомогою каналів, траншей (рис. 6.7) та підземних галерей, які мають певний нахил у сторону їх підведення до відкритих водоймищ або у мережу зливової каналізації. Горизонтальний дренаж може бути відкритим (тимчасове водозниження) та закритим.

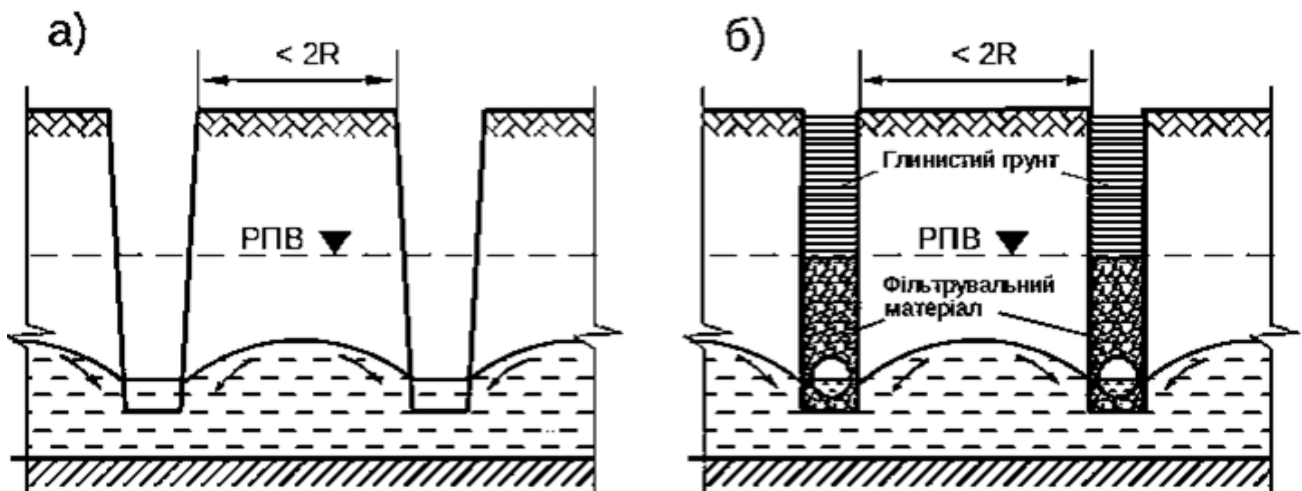


Рисунок 6.7. Дренажні траншеї  
а – відкриті; б – закриті

Найбільш простим та дешевим способом зниження рівня ґрунтових вод є відкритий дренаж. Але при ньому ґрунтові води можуть викликати обвалювання стінок каналів, обпливання відкосів котлованів та інші небажані явища.

При закритому дренажі на дно траншеї кладуть перфоровані труби різного діаметру залежно від дебіту водоносного горизонту. При цьому живий перетин труби, тобто рівень води, що заповнює трубу, не повинен перебільшувати  $2/3$  її діаметра. Для запобігання замуленню її обсапають декількома шарами піску та гравію. Глибина горизонтальних дрен не більше 5-6 м.

Вертикальний дренаж забезпечує зниження рівня ґрунтових вод за допомогою водознижуючих свердловин, відкачуванням насосами або водоскидом у нижчі водопроникні ненасичені водою гірські породи.

Найбільш розповсюдженим способом водозниження є система голкофільтрів (рис. 6.8) з тонких металевих труб, які занурюють навколо котловану або по лінії, перпендикулярній течії ґрунтових вод. Нижні кінці труб обладнані фільтрами, а верхні приєднують до усмоктувального колектору. Легкий голкофільтровий пристрій знижує рівень ґрунтових вод на 4,5-5 м у піщаних породах з коефіцієнтом фільтрації від 1-2 до  $40 \div 50$  м/добу. Для зниження рівня води у пилюватих пісках та супісках з  $k_f = 0,01 \div 1,0$  м/добу застосовують ежекторні голкофільтри, за допомогою яких у водонасичених ґрунтах утворюється вакуум, покращується водовіддача та посилюється ефект водозниження.

Якщо відстань між свердловинами менша двох радіусів депресії, то при одночасному відкачуванні води такі свердловини взаємодіють. Це призводить до змикання кривих депресії, утворення загальної зони зниження рівня підземних вод).

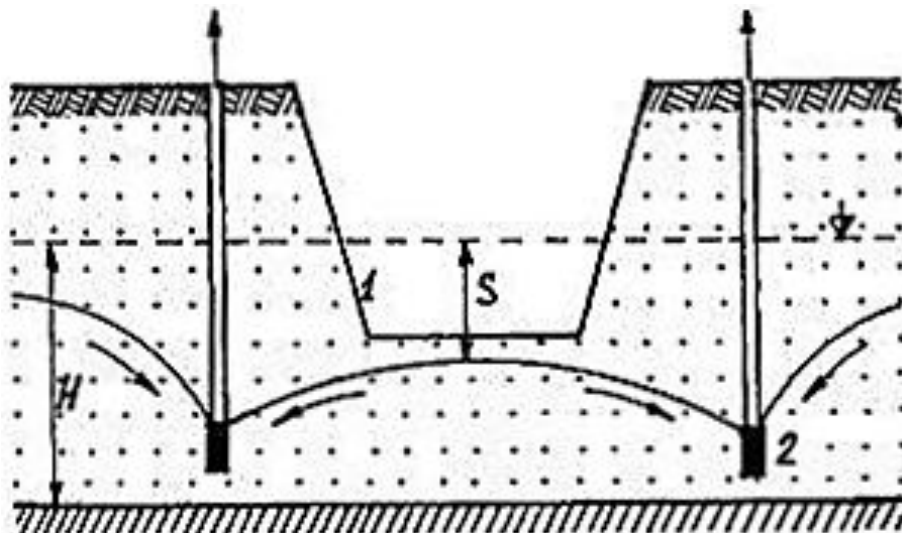


Рис. 6.8. Осушення будівельного котловану голкофільтрами:  
1 – будівельний котлован; 2 – голкофільтри

Залежно від конфігурації в плані споруд застосовують лінійні, кільцеві (контурні) та площинні водознижуючі системи.

Лінійні системи водознижуючих установок використовують для захисту витягнутих в плані виробок типу траншей.

Кільцеві (або контурні) установки використовують при значних розмірах осушуваної зони, коли лінійні системи не можуть осушити водоносний пласт. Залежно від потрібної глибини зниження і складності гідрогеологічних умов використовують один або декілька контурів водознижуючих установок.

Площинні системи водознижуючих установок застосовують для зниження рівня підземних вод в межах усієї осушуваної зони.

При тривалому водозниженні (дренаж) застосовують головний береговий (лінійні системи), кільцевий (контурні системи) та систематичний (площинні системи) дренажі.

Головний дренаж використовують для зниження рівня ґрунтових вод, живлення яких відбувається зі сторони. Ґрунтові води перехоплюються горизонтальними або вертикальними дренами, які закладають вище осушуваної ділянки (рис. 6.9).

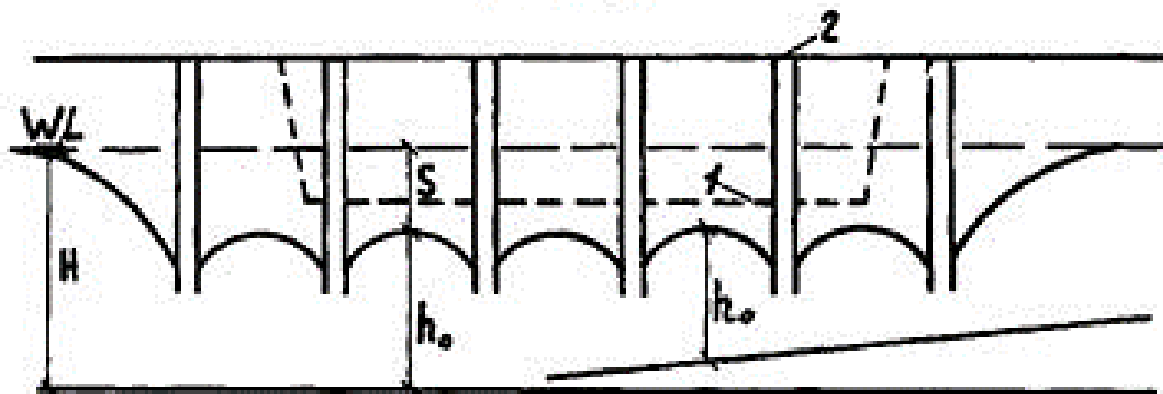


Рисунок 6.9. Головний дренаж

1 – котлован; 2 – вертикальні дрени;

$H$  – потужність водоносного горизонту;  $S$  – величина зниження рівня ґрунтової води;  
 $h$  – висота зниженого рівня води;  $WL$  – рівень ґрунтових вод

Береговий дренаж застосовують для перехоплення підземних вод, які розташовані поблизу відкритих водоймищ. За його допомогою відводять фільтраційний потік, який рухається у берегову зону ріки у період повені при підвищенні рівня води у водоймищі.



Кільцевий дренаж проектують для боротьби з підтопленням окремих споруд з глибокими фундаментами, наприклад підземних ємностей і резервуарів (рис. 6.10). Він може забезпечити повне перехоплення води по контуру осушуваної ділянки, знизити напори та рівні підземних вод і тим самим запобігти спливанню підземних ємностей при їх спорожненні.

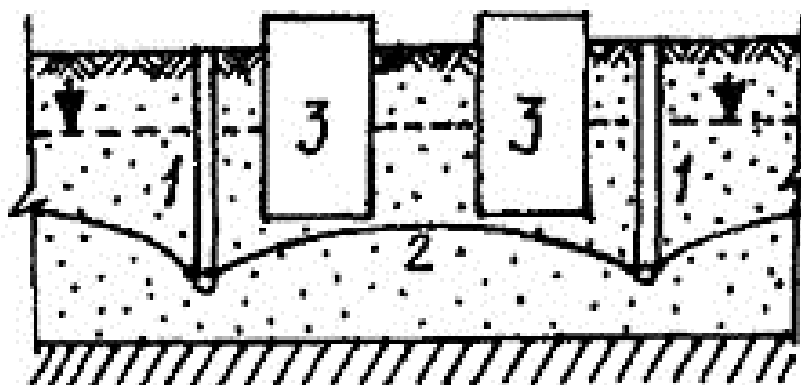


Рисунок 6.10. Кільцевий дренаж горизонтального типу

1 – кільцева дрена; 2 – знижений рівень ґрунтових вод; 3 – резервуари

Систематичний дренаж доцільний для осушення рівнинної ділянки з неглибоким заляганням підземних вод. Дренаж складається з окремих дрен, які забирають воду з ґрунту, та колектора, який відводить воду за межі дренаваної зони.

#### 6.4 Фізико-хімічні характеристики підземних вод

Підземні води – це складний мінеральний розчин, склад якого змінюється час від часу. Переміщуючись у товщі гірських порід, вони насичуються окисами, солями, газами та продуктами органічного розпаду. Ґрунтові води, як відомо, живляться в основному за рахунок атмосферних опадів, які не є чистою дистильованою водою.

За мінералізацією, тобто залежно від вмісту розчинених солей, підземні води підрозділяються: на прісні з концентрацією солей до 1 г/л, слабосолоні – 1-3, солонуваті – 3-10, солоні – 10-30, розсільні – 30-50 та розсоли – більше 50 г/л. Мінералізацію води визначають за сухим залишком при її випаровуванні при температурі 105-110°C.

Жорсткість води характеризується наявністю в ній розчинених сірчаноокислих солей Са та Mg. У нашій країні за одиницю жорсткості прийнято 1 мг-екв/л Са, тобто 20,04 мг на 1 л води. 1 мг-екв чисельно рівний атомній вазі, яка розділена на валентність (атомна вага Са – 40,07, валентність – 2). Замість Са використовують Mg – 12,16 мг-екв на 1 л води.

За жорсткістю підземні води класифікуються як дуже м'які при вмісті у воді до 1,5 мг-екв/л, м'які – 1,5 - 3,0, помірно жорсткі – 3,0-6,0, жорсткі – 6-9 та дуже жорсткі – більше 9 мг-екв/л. Жорстка вода дає великий накіп у парових котлах, погано миться та викликає інші небажані явища.

Агресивність підземних вод проявляється в шкідливій дії їх на бетонні та металеві конструкції.

Загальнокислотна агресія зумовлена наявністю у воді в дисоційованому стані водневих  $H^+$  та гідроксильних іонів  $OH^-$ . Один грам чистої води при температурі 22°C містить 10<sup>-7</sup> грам-іонів  $H^+$  і стільки ж  $OH^-$ . Вираз  $lg[H^+]$  позначають як рН, який і є мірою агресивності води (кислотний показник). За цим показником підземні води поділяються на дуже кислі (рН < 5), нейтральні (рН = 7) лужні (7 < рН ≤ 9), та сильно лужні (рН > 9).

При кислих підземних водах відбувається розчинення та вимивання вапна з бетону, крім цього значного роз'їдання зазнають металеві конструкції під впливом сильно кислих та сильно лужних вод.

Вуглекислотна агресія має місце при наявності у воді агресивної вуглекислоти  $CO_2$ . При взаємодії з водою та вапном цементу утворюється бігидрокарбонат кальцію  $Ca(HCO_3)_2$ , який швидко розчиняється у воді та виноситься з бетону.

Сульфатна агресія полягає в утворенні нових кристалічних сполук через надмірний вмісту іонів сульфату SO. Ці утворення ( $3\text{CaO}\times\text{Al}_2\text{O}_3\times3\text{CaSO}_4\times31\text{H}_2\text{O}$ ) супроводжуються збільшенням об'єму цементу в 2-3 рази і руйнуванням бетонних конструкцій.

Гази у підземних водах знаходяться у вільному та розчиненому стані. Вони проникають у підземні води різними шляхами: при інфільтрації, розпаді органічних речовин, охолодженні магми. Найбільш розповсюджені з них кисень, сірководень, вуглекислота, азот, метан та благородні гази (гелій, аргон, радон та інші). Гази, особливо кисень, як у вільному, так і у розчиненому стані, спричинюють корозію металокопункцій.

Придатність підземних вод для пиття (гігієнічність) оцінюється такими характеристиками: кольором, прозорістю, смаком, запахом, наявністю хвороботворних бактерій та важких металів. Забарвлення підземних вод залежить від наявності різних домішок, наприклад, вміст різних окисів заліза додає воді коричневого відтінку, а гумінових кислот – жовтого. Крім цього, наявність у воді гумінових кислот додає їй болотного запаху. Сульфати надають гірко-солоного смаку, а хлориди – солоного.

З точки зору медицини придатність для пиття визначається наявністю у воді кишкової палички Coli. Кількість цих бактерій визначається Coli-тестом або Coli-титром. Coli-тест – це кількість одиниць кишкової палички в 1 л води, а Coli-титр – кількість см<sup>3</sup> води, яка містить 1 бактерію. Вода придатна для пиття, коли Coli-тест не перевищує 3, а Coli-титр 300-700 см<sup>3</sup>.

Державними стандартами регламентується вміст у воді шкідливих важких металів: свинцю не більше 0,1 мг/л, миш'яку – 0,05, фтору – 1,5, міді – 3 та цинку на більше 3 мг/л.

## 6.5 Завдання

**Завдання 6.1.** Побудуйте схему і визначте одиничну витрату ґрунтового потоку за результатами вимірів, які виконані у двох свердловинах, що розташовані на відстані 200 м за напрямком течії, якщо коефіцієнт фільтрації однорідних водомістких порід рівний 5,2 м/добу. Визначте дійсну швидкість потоку. Номери свердловин задає викладач.

Таблиця 6.1.

Вихідні дані до виконання завдання 6.1.

№св.	Результати замірів					
	Абсолютні відмітки, м			Потужність водоносного пласта, м	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м	Пористість, %
	гирла свердловини	рівня ґрунтових вод	покрівлі водотриву			
1	32,1	28,0	17,8	-	-	40
2	30,3	24,2	18,3	-	-	40
3	22,4	-	8,6	-	3,2	42
4	20,7	-	8,8	-	6,6	42
5	56,1	-	48,6	5,2	-	38
6	55,3	-	44,3	6,7	-	38
7	83,8	81,6	-	3,4	-	40
8	82,1	80,5	-	3,2	-	40
9	99,9	-	40,1	4,0	-	42
10	97,2	-	42,3	4,2	-	42

**Завдання 6.2.** Визначте прітік води до підземних виробок і споруд для розрахункових схем наведених на рис. 6.11.

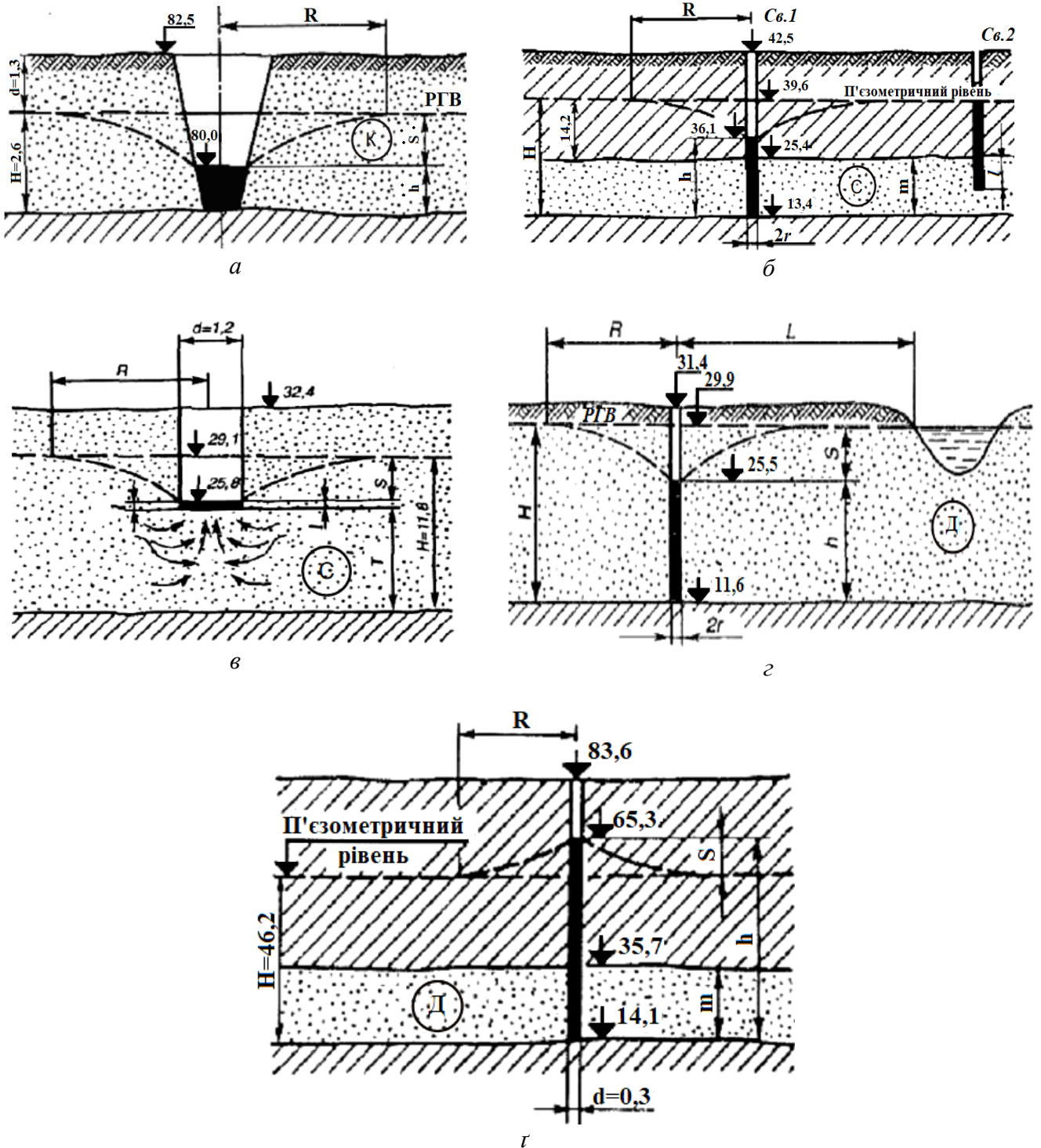


Рис. 6.11. Розрахункові схеми для визначення водопритоку до підземних виробок і споруд

*Приклад відповіді.* Оскільки висотна відмітка рівня ґрунтових вод дорівнює 29,9 м, а відмітка води у свердловині під час відкачування – 25,5 м, тоді:

$$S = 29,9 - 25,4 = 4,4 \text{ м}$$

Приймаємо для дрібнозернистого піску коефіцієнт фільтрації  $k_f=3$  м/добу).

$$h = 25,5 - 11,5 = 14 \text{ м, тоді}$$

$$H = 4,4 + 14 = 18,4 \text{ м}$$

$$R = 2 \cdot 44 \cdot \sqrt{18,4 \cdot 3} = 65 \text{ м}$$

Прийmemo радіус колодязя  $r=0,75 \text{ м}$ .

Визначимо приплив води до досконалої свердловини, розташованої на березі річки в безнапірному водоносному горизонті, при  $L>0,5R$ :

$$Q = \frac{1,366 \cdot 3 \cdot (18,4^2 - 14^2)}{\log 65 - \log 1,5} = 357,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

**Завдання 6.3.** Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів рівня ґрунтових вод у 16 свердловинах, які закладені у водоносному горизонті у вигляді квадратної сітки. Відстань між свердловинами 40 м, масштаб 1:1000 (завдання за варіантами наведено у таблиці 6.2, вказівки щодо побудови карти гідроізогіпс – див. п. 6.2).

За картою гідроізогіпс необхідно визначити:

- напрямок руху ґрунтових вод (дати стрілками);
- значення напірного градієнта на будь-якій ділянці (квадраті);
- швидкість фільтрації води в тому ж квадраті;
- максимальну та мінімальну швидкості руху води на всій карті гідроізогіпс і показати контури їхнього прояву.

Таблиця 6.2.

Завдання до побудови карти гідроізогіпс

№ вар.	Номери свердловин																к <sub>ф</sub> , м/добу	Переріз ізогіпс
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	Абсолютна відмітка рівня води, м																	
1	10	9,0	8,2	7,4	8,6	7,8	7,2	6,6	7,7	6,3	6,2	5,7	7,1	6,2	5,7	5,0	6,2	0,5
2	8,2	6,7	6,0	7,0	8,6	7,8	7,2	8,0	9,2	8,3	8,7	9,0	9,7	9,3	9,4	9,5	9,2	0,5
3	8,0	7,0	6,0	4,5	8,5	7,2	5,5	5,0	8,5	7,5	7,0	6,5	9,0	8,3	7,5	7,0	8,0	0,5
4	7,1	6,6	6,0	5,5	6,5	6,0	5,5	3,8	6,0	5,4	4,8	4,2	6,7	6,2	6,0	5,7	5,5	0,5
5	7,0	6,8	6,7	6,6	6,8	6,6	6,2	6,3	6,6	6,3	5,9	6,0	6,2	6,1	6,0	5,4	3,5	0,2
6	6,0	9,7	7,5	8,5	6,5	10	8,5	6,5	8,5	11	7,5	6,0	7,5	9,5	8,6	6,5	5,0	1,0
7	6,0	5,2	5,0	4,5	5,8	5,4	5,3	5,1	6,0	5,8	5,6	5,2	6,1	5,9	5,5	6,0	6,0	0,2
8	8,1	6,6	6,1	7,1	8,6	7,6	7,2	8,1	9,3	8,3	8,6	9,0	9,6	9,2	9,4	9,5	9,1	0,2
9	4,0	5,5	8,0	7,0	5,5	6,0	10	8,5	5,0	8,0	11	7,0	5,5	7,0	9,0	8,0	3,0	0,5
10	10	9,2	8,0	7,2	8,6	7,6	7,0	6,6	7,6	6,3	6,1	5,6	7,2	6,2	5,8	5,0	6,2	0,2
11	7,5	5,0	3,0	2,0	6,0	4,0	2,5	1,5	4,5	3,0	1,5	2,8	3,0	1,0	1,8	3,2	4,0	0,2
12	2,0	3,5	4,5	3,5	2,5	4,0	5,5	4,5	3,5	5,0	6,5	5,5	4,5	6,0	7,5	6,5	7,0	0,5
13	5,0	3,8	6,5	7,5	6,0	4,0	5,0	6,2	7,5	6,2	4,5	5,8	6,0	4,0	6,5	6,2	4,0	0,2
14	7,6	6,5	6,0	5,4	6,5	6,0	5,3	3,8	5,8	4,4	3,8	3,2	6,9	6,1	6,0	4,7	5,5	0,5
15	6,6	5,8	5,4	5,3	5,8	5,6	5,1	5,3	5,6	5,3	4,5	5,1	5,2	5,1	5,0	4,3	3,5	0,2
16	5,5	5,2	4,3	4,7	5,5	4,6	3,8	3,2	5,2	4,2	3,7	3,5	5,0	4,0	3,0	2,5	7,5	0,5
17	3,5	4,2	4,3	4,7	4,5	5,1	5,8	5,2	4,2	4,6	4,7	4,5	5,5	4,9	3,6	2,9	8,0	0,5
18	3,2	2,7	2,2	2,0	2,6	2,0	1,4	1,8	3,0	2,5	2,0	1,5	3,6	3,1	2,6	2,0	4,0	0,5
19	4,8	3,3	2,5	3,5	4,0	3,8	2,1	3,0	5,0	4,5	2,8	3,5	6,2	5,3	5,0	5,8	4,5	0,5
20	4,0	2,8	5,5	6,5	5,0	3,0	4,0	5,2	6,5	5,2	3,5	4,8	5,0	3,0	5,5	5,2	4,0	0,2

**Завдання 6.4.** Визначте хімічний склад підземних вод, їх повне найменування та основні властивості такі як, придатність для водопостачання та агресивність по відношенню до підземних конструкцій.

Таблиця 6.3.

Вихідні дані для визначення хімічного складу підземних вод

№ вар.	Кислотність води, рН	Вміст основних іонів, мг/л					
		$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
1	7,1	962	637	732	271	61	706
2	8,2	3505	22	292	1110	46	161
3	6,8	210	790	8653	3106	100	2300
4	7,5	2301	7412	155	2130	927	317
5	7,1	264	4846	5395	3825	767	131
6	7,5	305	67	58	49	10	104
7	8,5	408	183	6245	499	166	3438
8	4,3	-	5986	23	1215	672	198,6
9	4,8	-	164,9	2152,1	120	62	1217
10	7,3	865	117	47	215	43	85
11	8,4	228	6	4	44	4	32
12	8,1	320	322	270	-	5	443
13	6,3	1000	73	12	110	32	229
14	6,3	385,4	501	66	246,3	31,6	85,3
15	7,3	233	11	9	37	5	49
16	8,5	175	5,8	13,8	46,1	10	59,8
17	7,5	65	295	850	28	121	453
18	8,1	342	115	201	12	25	252
19	7,5	845	90	37	154	81	52
20	7,8	987	63	25	211	48	85

*Приклад відповіді.* За хімічним складом ґрунтова вода – гідрокарбонатно-кальцієва, прісна, нейтральна, жорстка. За загальною жорсткістю не відповідає нормам питного водопостачання. Вода має сульфатну агресивність по відношенню до бетонів, що необхідно враховувати під час проектування фундаментів та інших підземних конструкцій.

## 7 ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ТЕРИТОРІЙ

*Навчальна мета:* надання здобувачам вищої освіти базових знань про засоби боротьби з небезпечними інженерно-геологічними процесами і явищами та особливості вибору будівельних ділянок і розташування на них споруд

### 7.1 Інженерно-геологічні процеси та явища

Сучасні геологічні процеси можуть впливати на вибір місця, розташування та конструкцію споруди, а також способи виконання робіт. Інженерні споруди у свою чергу можуть спричинити виникнення нових природних геологічних процесів і зміну наявних. Ці процеси, що виникають у результаті діяльності людини, називаються інженерно-геологічними процесами.

Під час визначення інженерно-геологічних процесів необхідно знати причини виникнення тих чи інших фізико-геологічних явищ. Їхня практична цінність полягає в тому, що заходи щодо боротьби з такими явищами мають бути спрямовані на усунення причин їхнього виникнення і розвитку, а якщо це неможливо (наприклад, усунути землетрус), то на послаблення їхнього впливу на споруду.

Геологічні та інженерно-геологічні процеси можуть погіршувати умови будівництва та експлуатації будівель і споруд.

Геологічні процеси та явища на поверхні земної кори є результатом геологічної діяльності води, вітру, організмів тощо. Виявляються вони у верхній частині земної кори і справляють певний вплив на будівлі та споруди. Інженерні споруди, як і техногенна діяльність людини, своєю чергою, впливають на земну кору і теж викликають геологічні процеси, які називають інженерно-геологічними. Природні геологічні та інженерно-геологічні процеси за своїм походженням і змістом подібні та взаємно зумовлені.

Головним природним чинником, що визначає розвиток інженерно-геологічних і геологічних процесів, є середовище їх виникнення, тобто гірські породи. Стійкість будь-якого будівельного майданчика має розглядатися залежно від того, якими породами він складений.

Інженер-будівельник під час вивчення процесів особливу увагу має приділяти причинам їх виникнення, розвитку в часі, заходам щодо боротьби з ними, а також оцінювати й прогнозувати згубний вплив на навколишнє природне середовище.

#### 7.1.1 Рух мас гірських порід на схилах рельєфу

Гірські породи, що складають схили, дуже часто перебувають у нестійкому положенні. За певних умов і під впливом гравітації вони починають зміщуватися вниз по схилах рельєфу. У результаті цього виникають осипи, обвали, зсуви, спливи, опливини тощо.

*Осипи* утворюються в гірських районах, де розвинені скельні породи, які під впливом процесів вивітрювання руйнуються і скочуються до основи схилів. Рух осипів відбувається в міру накопичення уламків, при рясному зволоженні та інших причин. У разі малих осипів вдаються до розчищення від них доріг, споруд, за великих застосовують уловлювальні та підпірні стінки.

*Куруми* – скупчення великих уламків, брил, зруйнованих скельних порід на пологих схилах і днищах долин (кам'яні розсипи).

*Обвал* – відокремлення від основного масиву на крутому схилі або відкосі блоків, брил, уламків, їх швидке переміщення під дією сил гравітації, що супроводжується падінням, перекиданням, сколюванням, розколюванням.

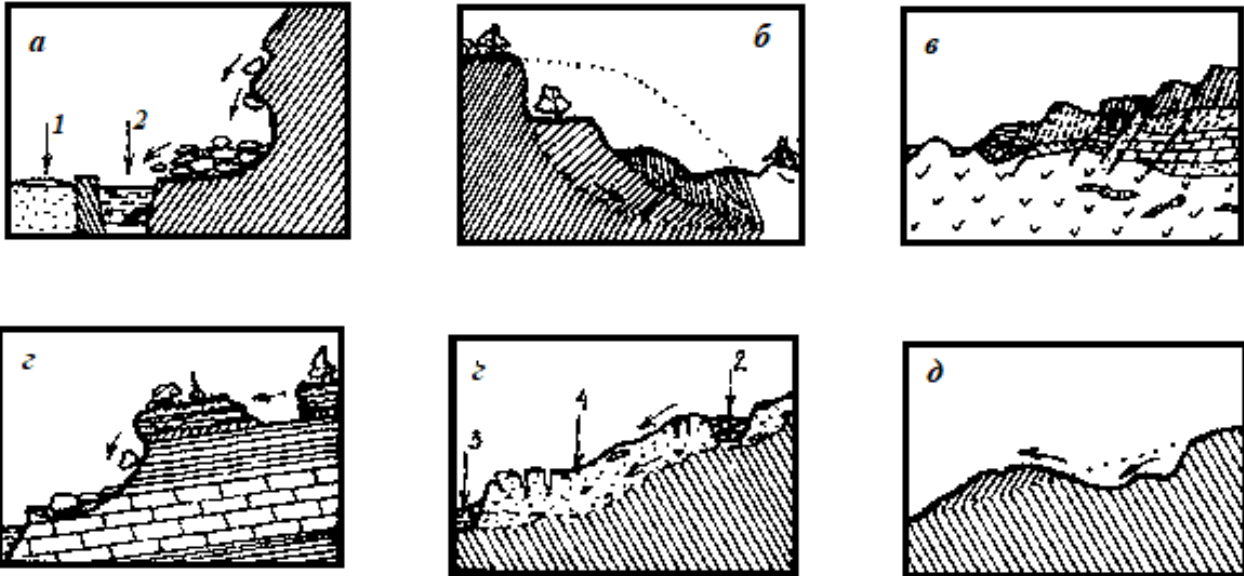
Для запобігання обвалам на скельних схилах, під час розробки кар'єрів будівельних матеріалів, у будівельних котлованах, практикують штучне обвалення, забивання тріщин цементом, підпірні стінки, уполаджування схилів тощо.

*Зсув* – маса гірських порід, що сповзла або повільно сповзає вниз по схилу, відкосу, під дією гравітації на нижчий рівень без втрати контакту зі схилом.

Найчастіше зсуви виникають у глинистих породах (на глинистих схилах). Причиною виникнення зсувів, як правило (найчастіше), бувають надмірне перевантаження й обводнення схилів, підрізання їх у нижній частині та додатковий тиск на породи, що складають схил. У кожному зсуві слід розрізняти елементи зсуву (площину ковзання, тіло зсуву, стан порід, що складають зсув, тощо).

Заходи боротьби із зсувами не зважаючи на всю їхню складність мають носити в основному попереджувальний характер, їх необхідно здійснювати комплексно, тобто спрямовувати на знищення негативної дії всіх факторів, що викликають процес.

*Спливи (опливини)* – виражаються в опливанні земляних мас у відкосах виїмок, насипів, які складені переважно суглинками і глинами. Спливи захоплюють лише найбільш поверхневі частини схилів і відкосів (дернину, ґрунт, верхній шар вивіреної породи).



*Рис. 7.1. Основні форми порушення стійкості і деформації схилів:*  
 а – обвали, вивали; б – обрушення із зрізом та обертанням; в – сколювання при просіданні; г – сковзання; д – покривні зсуви (сповзання); е – опливини;  
 1 – шлях; 2 – канал; 3 – річка; 4 – зсувний делювій

Збереженню механічних властивостей ґрунтів сприяє регулювання поверхневого стоку (улаштування зливової каналізації, нагінних канал, протифільтраційне одягання відкосів), запобігання витоків із водопровідних та каналізаційних мереж.

Для збереження напруженого стану відкосів недопустиме підрізання їх при влаштуванні шляхів; велике значення мають берего- та дноукріплювальні роботи в межах ділянки, що прилягає до схилу дна ріки або моря. Недопустимо зводити важкі споруди в межах верхньої частини схилів та поблизу їхньої верхньої брівки.

Поліпшити механічні властивості ґрунтів на схилі можна за допомогою осушення (дренаж, електроосмос, випалювання). Щоб змінити напружений стан порід, що складають схили, в сприятливу сторону корисно зменшити крутизну відкосів. У тих випадках, коли видалити породи з верхньої частини неможливо (при наявності тих чи інших споруд), роблять завантаження нижньої частини схилу породами, які доставляються з кар'єру. Для утримання ґрунтів від зсуву застосовують підпирні стінки, утримуючі пальові конструкції, анкерні пристрої.

### 7.1.2 Геологічна діяльність підземних вод

На будівництво згубно впливає руйнівна робота підземних вод, що призводить до зниження стійкості гірських порід, які залягають під фундаментами будівель і споруд. З руйнівних процесів найбільше значення мають суфозія, карст, пливуні.



*Карст* – процес розчинення і вилуговування розчинних гірських порід (карбонати, сульфати, галоїди) поверхневими та підземними водами і явища, що внаслідок цього виникають (карстові порожнечі, печери, вирви, кари тощо).

За умовами залягання порід по відношенню до поверхні землі виділяють два типи карсту: відкритий (поверхневий) і закритий (глибинний).

Залежно від складу порід виділяють літологічні типи карсту: карбонатний, сульфатний, соляний.

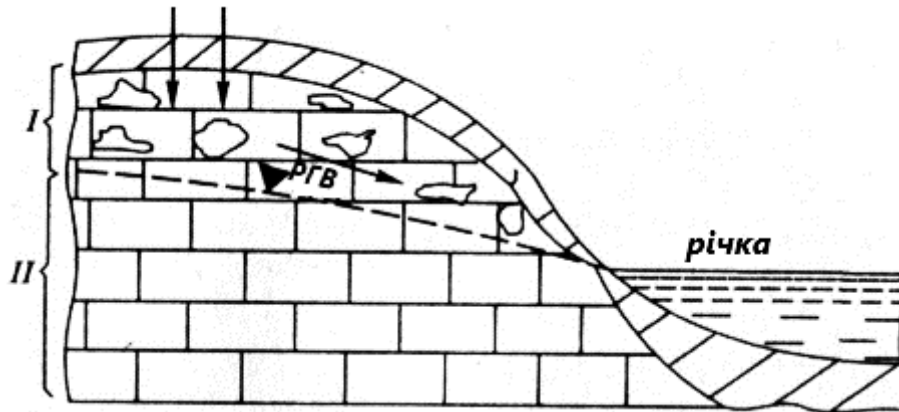


Рис. 7.2. Зони карстового масиву у вапняку:

I – зона розвитку карсту, II – зона цементації, РГВ – рівень ґрунтових вод

Виникнення і розвиток карстового процесу зумовлено, крім здатності порід до розчинення, наявністю припливної води, ступеня її мінералізації, геологічною будовою ділянки забудови, рельєфом, тріщинуватістю порід тощо.

Можливість зведення споруд у карстовому районі регулюється терміном їхньої служби, складом і швидкістю вилуговування порід, ступенем їхньої ураженості процесом. При цьому необхідно розрізняти карст діючий (активний) і похований (пасивний). У разі зміни гідрогеологічних умов пасивний карст може стати активним.

Будівництво в карстових районах здійснюється тільки після проведення низки конструктивних інженерних заходів, спрямованих на підвищення стійкості та міцності порід.

*Суфозія* (підкопування) – процес вимивання дрібних частинок із гірських порід потоком води, що фільтрується.

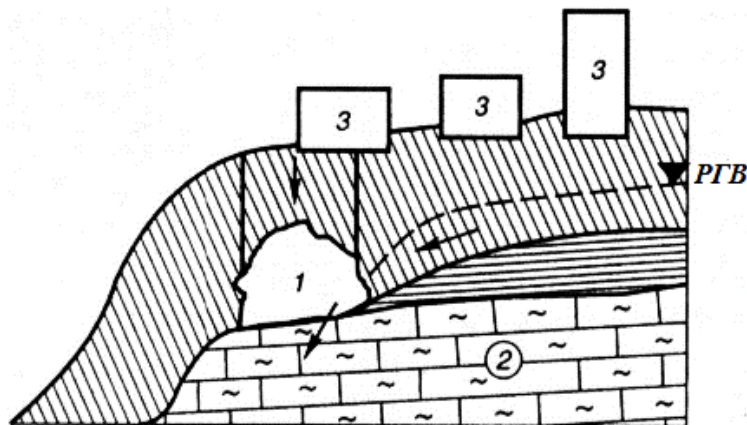


Рис. 7.3. Суфозійна порожнина (1) у лесових породах, що залягають на схилі рельєфу, складеному вапняками-черепашиками (2), 3 – будівлі

Виникненню суфозії сприяють наступні умови:

а)  $D/d > 20$ , де  $D$  і  $d$  – діаметри двох суміжних фракцій ґрунту;

б) Наявність турбулентного руху води, який у пісках виникає за умови градієнтах напору

$I > 5$ ;

в) Якщо відношення коефіцієнта фільтрації двох шарів, що контактують буде дорівнюватиме 2;

г) Суфозія протікає в недоушільнених до максимальних значень ґрунтах;

д) Виникнення значних сил гідродинамічного тиску.

Часто суфозії передують або супроводжують процес вилуговування або виносу в розчиненому вигляді легко- і середньорозчинних солей, тобто суфозія тісно пов'язана з карстом. Це дає змогу говорити про суфозійно-карстові процеси та явища. До такого процесу схильні глинисті піски, лесові та інші породи, які залягають на схилах річкових долин, у схилах будівельних котлованів, у підземних виробках (метро, шахти тощо). В результаті суфозії в породах з'являються порожнечі, товщі порід ущільнюються, а це призводить до осідання поверхні землі та деформацій побудованих на цих ділянках будівель і споруд.

Під час інженерно-геологічних досліджень будівельних майданчиків необхідно виявити здатність порід до суфозії. Вибір того чи іншого прийому будівництва залежить від геологічної будови, геологічної обстановки будівельного майданчика, типу і виду ґрунтів основ, характеру засолення, конструкції об'єкта і технічних можливостей будівельної організації. Основою всіх заходів є припинення різними шляхами фільтрації води.

*Пливуні* – водонасичені піски, супіски та інші пухкі скупчення, які здатні переходити в текучий стан під час руху води або механічних впливах (розкритті виробками, канавами, свердловинами, котлованами та ін.). Перехід порід у пливунний стан зумовлений відсутністю в них структурних зв'язків або таким їх ослабленням, що вони не здатні протистояти напруженням, які викликають їхній рух. Основною причиною пливунних властивостей є гідродинамічний тиск порової води, яка створюється в результаті тиску під час розкриття котловану. Тиск води зумовлює рух частинок піску в бік розвантаження, тобто котловану, частинки піску тимчасово переходять у зважений стан.

Пливунні піски сильно ускладнюють будівництво – затоплюють котловани, призводять до провалів поверхні землі, стійкі до вібраційних і динамічних впливів. Під час вишукувань визначають наявність пливунних пісків, їхні типи, геологічне залягання. Під час будівництва на пливунних ґрунтах відмовляються від влаштування котлованів, застосовують пальовий варіант фундаментів, підшву фундаменту не доводять до шару пливунних порід. При виборі методу боротьби найважливіше значення має вид пливунна.

### 7.1.3 Просадні процеси

*Просідання* – явище, характерне в основному для лесових порід, яке пов'язане з впливом води на структуру ґрунту з подальшим її руйнуванням і ущільненням навіть під вагою самого ґрунту або ж при сумарному тиску власної ваги та ваги споруди.

Інтенсивність ущільнення залежить від характеру структурних зв'язків, їхньої міцності, складу, вмісту солей, вологості, пористості порід, величини навантаження (зокрема і власної ваги на товщу, яка ущільнюється). Залежно від дії цих чинників процес ущільнення може відбуватися швидко або затягуватися на тривалий час. Цим пояснюється, що осідання в окремих випадках починаються значно пізніше ніж зволоження породи.

Залежно від величини просідання в умовах дії власної ваги ґрунту під час замочування просадні ґрунти поділяють на 2 типи:

I тип – просідання від власної ваги ґрунту відсутнє або не перевищує 5 см,

II тип – просадка від власної ваги перевищує 5 см.

Просадні властивості найчастіше проявляються у верхній частині лесових порід. Тому для будівельної оцінки важливу роль відіграє величина просідання, тобто величина опускання поверхні землі.

Сучасні способи будівництва на лесових породах дають змогу успішно протидіяти виникненню просадних явищ, особливо в породах I типу. Найбільший ефект боротьби з просіданням досягається за умови комбінування 2-3 різних заходів.

Вибір заходів здійснюють на основі техніко-економічного аналізу, до числа факторів яких входять: тип просідання; потужність просадних товщ і величина відносної просадки; конструктивні особливості будівель і споруд.

Усі методи поділяють на три групи:

- 1) водозахисні;
- 2) конструктивні;
- 3) власне ті, що усувають просадні властивості порід.

## **7.2 Інженерно-геологічні вишукування**

Мета інженерно-геологічних досліджень – отримати необхідні для проектування об'єкта інженерно-геологічні матеріали. До завдань досліджень входить вивчення геологічної будови, геоморфології, гідрогеологічних умов, природних геологічних та інженерно-геологічних процесів, властивостей гірських порід і прогноз їхніх змін під час будівництва та експлуатації різних споруд.

Інженерно-геологічні дослідження під будівництво окремих будівель і споруд проводяться на конкретній ділянці, де будуть розміщені будівлі. Обсяг проведених на ній робіт залежить від виду (призначення) будівлі, рівня її відповідальності, складності інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.

Встановлено три рівні відповідальності будівель і споруд: I – підвищений, II – нормальний, III – знижений.

Підвищений рівень відповідальності слід приймати для будівель і споруд, відмови яких можуть призвести до тяжких економічних, соціальних та екологічних наслідків (резервуари для нафти і нафтопродуктів місткістю 10000 м<sup>3</sup> і більше, магістральні трубопроводи, виробничі будівлі з прольотами 100 м і більше, споруди зв'язку висотою 100 м і більше, а також унікальні будівлі та споруди).

Нормальний рівень відповідальності слід приймати для будинків і споруд масового будівництва (житлові, громадські, виробничі, сільськогосподарські будівлі та споруди).

Знижений рівень відповідальності слід приймати для споруд сезонного або допоміжного призначення (парники, теплиці, літні павільйони, невеликі склади та подібні споруди).

Категорії складності інженерно-геологічних умов наведено в таблиці 7.1.

Інженерно-геологічні роботи виконуються в наступному порядку: спочатку проводять збір і аналіз матеріалів раніше проведених вишукувань. Відповідно до цього намічається програма дослідження. Далі ділянку вивчають розвідувальними виробками, які дають змогу встановити склад і потужність порід, умови їх залягання. Відібрані при цьому зразки ґрунтів і проби підземних вод направляють на лабораторні дослідження. Виконані дослідження узагальнюють і подають у вигляді висновку про інженерно-геологічні умови майданчика. До висновку додають план розташування виробок, розрізи, таблиці. Це слугує підставою для складання проєкту забудови окремої будівлі. Розвідувальні виробки виконуються у вигляді свердловин і шурфів.

Діаметр свердловин, які використовуються у практиці інженерно-геологічних досліджень, зазвичай перебуває в межах 100-150 мм. Розмір шурфів у плані залежить від їхньої передбачуваної глибини. Найчастіше це 1 м, 1,5 м, 1,5 м, 1,5 м.

Зазвичай глибина шурфу буває 2-3 м, максимально до 4-5 м. Кількість шурфів по відношенню до свердловин становить 1:10 - 1:20. Свердловини та шурфи слід розташовувати по контурах або осях проєктованої будівлі, у місцях різкої зміни навантажень на фундаменти, глибини їх закладення, на межах різних геоморфологічних елементів.

Відстань між свердловинами встановлюється залежно від складності інженерно-геологічних умов і рівня відповідальності проєктованої будівлі за табл. 7.2:

## Категорії складності інженерно-геологічних умов

Фактори	Категорії за складністю інженерно-геологічних умов		
	I (проста)	II (середньої складності)	III (складна)
1	2	3	4
Геоморфологічні умови	Майданчик (ділянка) у межах одного геоморфологічного елемента. Поверхня горизонтальна, нерозчленована	Майданчик (ділянка) у межах кількох геоморфологічних елементів одного генезису. Поверхня похила, слабо розчленована	Майданчик (ділянка) у межах кількох геоморфологічних елементів різного генезису. Поверхня сильно розчленована
Геологічні у сфері взаємодії будівель і споруд з геологічним середовищем	Не більше двох різних за літологією шарів, що залягають горизонтально або слабо похило (ухил не більше 0,1). Потужність витримана за простяганням. Незначний ступінь неоднорідності шарів за показниками властивостей ґрунтів, що закономірно змінюються в плані і за глибиною. Скельні ґрунти залягають із поверхні або перекриті малопотужним шаром нескельних ґрунтів	Не більше чотирьох різних за літологією шарів, що залягають похило або з виклинюванням. Потужність змінюється закономірно. Істотна зміна характеристик властивостей ґрунтів у плані або за глибиною. Скельні ґрунти мають нерівну покрівлю і перекриті нескельними ґрунтами	Понад чотири різних за літологією шарів. Потужність різко змінюється. Лінзоподібне залягання шарів. Значний ступінь неоднорідності за показниками властивостей ґрунтів, що змінюються в плані або за глибиною. Скельні ґрунти мають сильно розчленовану покрівлю і перекриті нескельними ґрунтами. Є розломи різного порядку
Гідрогеологічні в сфері взаємодії будівель і споруд з геологічним середовищем	Підземні води відсутні або є один витриманий горизонт підземних вод з однорідним хімічним складом	Два і більше витриманих горизонтів підземних вод, місцями з неоднорідним хімічним складом або таких, що володіють напором і містять забруднення	Горизонти підземних вод не витримані за простяганням і потужністю, з неоднорідним хімічним складом або різноманітним забрудненням. Місцями складне чергування водоносних і водотривких порід. Напори підземних вод та їхній гідравлічний зв'язок змінюються за простяганням

Продовження таблиці 7.1.

1	2	3	4
Геологічні та інженерно-геологічні процеси, що негативно впливають на умови будівництва та експлуатації будівель і споруд	Відсутні	Мають обмежене поширення і (або) не мають істотного впливу на вибір проектних рішень, будівництво та експлуатацію об'єктів	Мають широке розповсюдження та (або) мають вирішальний вплив на вибір проектних, будівництво та експлуатацію об'єктів
Специфічні ґрунти у сфері взаємодії будівель і споруд із геологічним середовищем	Відсутні	Мають обмежене поширення і (або) не мають істотного впливу на вибір проектних рішень, будівництво та експлуатацію об'єктів	Мають широке розповсюдження та (або) мають вирішальний вплив на проектних рішень, будівництво та експлуатацію об'єктів
Техногенні впливи і зміни освоєних територій	Незначні й можуть не враховуватися під час інженерно-геологічних вишукувань і проектуванні	Не створюють істотного впливу на вибір проектних рішень і проведення інженерно-геологічних вишукувань	Створюють істотний вплив на вибір проектних рішень і ускладнюють проведення інженерно-геологічних вишукувань у частині збільшення їхнього складу та обсягів робіт

*Примітка:* категорії складності інженерно-геологічних умов слід встановлювати за сукупністю факторів, зазначених у цій таблиці. Якщо якийсь окремий чинник належить до вищої категорії складності і є визначальним під час ухвалення основних проектних рішень, то категорію складності інженерно-геологічних умов слід встановлювати за цим фактором. У цьому разі мають бути збільшені обсяги або додатково передбачені тільки ті види робіт, які необхідні для забезпечення з'ясування впливу на проєктовані будівлі та споруди саме цього фактору.

Відстань між свердловинами залежно від складності інженерно-геологічних умов і рівня відповідальності проекрованої будівлі

Категорія складності інженерно-геологічних умов	Відстань між свердловинами для будівель I та II рівнів відповідальності, м	
	I	II
I	75-50	100-75
II	40-30	50-40
III	25-20	30-25

*Примітка.* Більші значення відстаней слід застосовувати для будинків і споруд малочутливих до нерівномірних опадів, менші – для чутливих до нерівномірних опадів, з урахуванням регіонального досвіду та вимог

Загальна кількість гірничих виробок у межах контуру кожного будинку і споруди II рівня відповідальності має бути, як правило, не менше трьох, включно з виробками, пройденими раніше, а для будівель і споруд I рівня відповідальності – не менше 4-5 (залежно від їх виду).

У разі розташування групи будівель і споруд II і III рівнів відповідальності, будівництво яких здійснюється за проектами масового і повторного застосування, а також для технічно нескладних об'єктів на ділянці з простими та середньої складності інженерно-геологічними умовами, розміри якої не виходять за межі максимальних відстаней між гірничими виробками, виробки в межах контуру кожного будинку і споруди можуть не передбачатися, а загальну їх кількість допускається обмежувати 5 виробками, що розташовують по кутах і в центрі ділянки.

На ділянках окремо розташованих будинків і споруд III рівня відповідальності (складські приміщення, павільйони, підсобні споруди тощо), які розміщуються в простих і середньої складності інженерно-геологічних умовах, слід проходити 1-2 виробки.

Глибини гірничих виробок під час вишукувань для будівель і споруд, які проектується на природній основі, слід призначати залежно від величини стисливої товщі із заглибленням нижче за неї на 1-2 м. За відсутності даних про стисливу товщу ґрунтів основ фундаментів глибину гірничих виробок слід встановлювати залежно від типів фундаментів і навантажень на них (поверховості) за таблицею 7.3:

Глибину гірничих виробок при плитному типі фундаментів (ширина фундаментів понад 10 м) слід встановлювати за розрахунком, а за відсутності необхідних даних глибину виробок слід приймати рівною половині ширини фундаменту, але не менше 20 м для нескельних ґрунтів. При цьому відстань між виробками має бути не більше 50 м, а кількість виробок під один фундамент – не менше трьох.

У разі навантаження на куцт висячих паль понад 3000 кН, а також у разі пальового поля під усією спорудою глибину 50% виробок у нескельних ґрунтах слід встановлювати нижче проекрованої глибини занурення нижнього кінця паль, як правило, не менше ніж на 10 м.

Глибину гірничих виробок у разі спірання або заглиблення паль у скельні ґрунти слід приймати нижче проекрованої глибини занурення нижнього кінця паль не менше ніж на 2 м.

Для паль, що працюють тільки на висмикування, глибину виробок слід приймати на 1 м нижче проекрованої глибини занурення нижнього кінця паль.

Із свердловин, шурфів, оголень та інших виробок здійснюють відбір зразків для досліджень. Проби відбирають пошарово, на всю глибину виробки, але не рідше ніж через кожні 0,5-1,0 м. З усіх зразків, отриманих під час інженерно-геологічних досліджень, 5-10% відбирають для подальших лабораторних аналізів.

За даними буріння свердловин складають бурові колонки, або, найчастіше, інженерно-геологічні розрізи по свердловинах.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів за результатами випробувань оформляють у вигляді таблиці 7.4.

Таблиця 7.3

Глибину гірничих виробок залежно від типів фундаментів і навантажень

Будівля на стрічкових фундаментах		Будівля на окремих опорах	
навантаження на фундамент, кН/м (поверховість)	глибина гірничої виробки від підшови фундаменту, м	навантаження на опору, кН	глибина гірничої виробки від підшови фундаменту, м
до 100 (1)	4-6	до 500	4-6
200 (2-3)	6-8	-	5-7
500 (4-6)	9-12	2500	7-9
700 (7-10)	12-15	5000	9-13
1000 (11-16)	15-20	10000	11-15
2000 (понад 16)	20-23	15000	12-19
-	-	50000	18-26

**Примітки:**

1. Менші значення глибин гірничих виробок приймаються за відсутності підземних вод у стисливій товщі ґрунтів основи, а більші - за їх наявності.
2. Якщо в межах глибин, зазначених у таблиці, залягають скельні ґрунти, то гірничі виробки необхідно проходити на 1-2 м нижче покрівлі слабовивітрілих ґрунтів або підшови фундаменту в разі його закладення на скельний ґрунт, але не більше наведених у таблиці глибин.
- 3 На ділянках розташування слабких порід (водонасичені піски, мули тощо) свердловини повинні досягти їх і на 2-3 м увійти в породи, які можуть слугувати надійною основою.

Таблиця 7.4.

Зразок оформлення показників фізико-механічних характеристик ґрунтів за результатами випробувань

Найменування виробки та її номер	Номер проби	Глибина відбору проби, м	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Щільність частинок, г/см <sup>3</sup>	Природна вологість, ч. од.	Щільність скелета ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Коефіцієнт пористості	Вологість на межі текучості, %	Вологість на межі розкочування, %	Число пластичності, %	Показник текучості	Гранулометричний склад, %			Кут внутрішнього тертя, град	Питоме зчеплення, кПа	Модуль деформації, МПа	Найменування ґрунту
												Пісок, 2-0,05 мм	Пил, 0,05-0,005мм	Глина, <0,005мм				
св. 1	1	1,8	1,92	2,71	0,24	1,54	0,74	33	18	15	0,4	28	57	15	25	10	8,6	Суглинок важкий, пілуватий, тугопластичний

За останні роки великого поширення набуло вивчення ґрунтів у польових умовах (дослідні роботи), безпосередньо в умовах їхнього природного залягання. Це скорочує кількість розвідувальних виробок, обсяг лабораторних робіт і в низці випадків дає можливість



визначити властивості міцності й деформації та інші характеристики ґрунтів із точністю більшою, ніж під час лабораторних робіт. У деяких випадках, для будівель понад 5 поверхів, випробування ґрунтів на майданчику дослідними навантаженнями є обов'язковими.

Дослідні роботи використовуються для вивчення:

1. Водопроникності галечникових, тріщинуватих та інших порід (дослідне нагнітання і відкачування);
2. Деформаційних характеристик піщано-глинистих порід (дослідні навантаження, пресіометрія);
3. Характеристик міцності й детального розчленування геологічних розрізів (дослідні зсуви, зондування).

Підсумком інженерно-геологічних досліджень, їх заключною ланкою є інженерно-геологічний звіт.

До складу звіту зазвичай входить чотири частини: загальна, спеціальна, графічні додатки та інженерно-геологічна записка.

Загальна частина звіту розпочинається зі вступу, у якому зазначаються цілі та завдання досліджень, склад, обсяг і характеристика виконаних робіт, склад виконавців і терміни робіт. Далі наводиться опис гідрографії, клімату, дається характеристика рельєфу, кліматичних особливостей (температура, опади, промерзання ґрунтів, напрям вітрів). У розділі "геологія району" наводиться весь матеріал із геологічної будови, тектоніки, у розділі "гідрогеологія" описуються підземні води, умови їх живлення, склад, агресивність, фільтраційні властивості порід тощо. Далі детально описуються "Природні геологічні явища та інженерно-геологічні процеси", які можуть вплинути на будівництво та експлуатацію споруди.

Спеціальна частина звітів містить методику досліджень, фізико-механічні властивості ґрунтів, інженерно-геологічні умови будівництва.

Наприкінці звіту дається висновок з основними висновками за всіма розділами. До звіту додають різний графічний матеріал (карти, розрізи, колонки розвідувальних виробок).

У практиці інженерно-геологічних досліджень дуже часто замість великих звітів доводиться складати інженерно-геологічні висновки.

Виділяють три види висновків:

- 1) щодо умов будівництва об'єкта;
- 2) про причини деформацій будівель і споруд;
- 3) експертиза.

У першому випадку висновок має характер скороченого висновку і може бути виконаний для будівництва окремої будівлі. Висновок про причини деформацій будівель і споруд можуть мати різний зміст і обсяг. Висновок має розкрити причини деформацій і намітити шляхи їх усунення. Експертиза силами фахівців встановлює: правильність прийомів досліджень, достатність обсягів робіт, правомірність висновків і рекомендацій тощо.

### **7.3 Завдання.**

Проведіть оцінку інженерно-геологічних умов території за наступним алгоритмом:

1. Проводиться короткий опис інженерно-геологічного розрізу з вказівкою повного класифікаційного найменування ґрунту кожного шару, його потужності, умов залягання.

*Приклад.* У геологічній будові території беруть участь 4 види нескельних ґрунтів, що горизонтально залягають на скельному ґрунті п'ятого шару. Перший шар від поверхні представлений насипним ґрунтом, що складається з дрібного піску з будівельним сміттям. Шар пройдено всіма свердловинами. Його потужність коливається від 1,5 до 2,0 м. Пісок маловологий, неоднорідний, з домішкою органічних речовин. Другий шар є суглинком напівтвердим тощо.

2. Вказати які з ґрунтів відносяться до міцних і можуть бути надійною основою будівель та споруд, а які – до слабких і не можуть бути використані як основа. Крім того, слід виділити слабкі ґрунти, які можна використовувати після проведення технічної меліорації (наприклад, пухкі піски – після їх ущільнення шляхом трамбування, укочування).

До міцних ґрунтів відносять:

- скельні і напівскельні ґрунти;
- великоуламкові ґрунти;
- піски щільні і середньої щільності;
- пілувато-глинисті ґрунти твердої та напівтвердої консистенції.

До слабких ґрунтів відносять:

- насипні неоднорідні ґрунти;
- ґрунти з підвищеним вмістом органічних речовин та рослинними залишками;
- пухкі піски;
- пілувато-глинисті ґрунти текучої та текучо-пластичної консистенції.

3. Дати попередній прогноз зміни інженерно-геологічних умов після забудови території.

Наприклад: можливість розвитку карстових процесів за наявності порід, які здатні до карстування (вапняку, кам'яної солі та ін.); можливість переходу суглинку в текучий стан при підвищенні РГВ.

4. Дати характеристику гідрогеологічним умовам території, при цьому вказати:

- глибину залягання РГВ, у випадку, якщо вона менше 2,0 м, територія вважається підтопленою;
- потужність водоносного горизонту, водовміщуючі породи та водотривкий шар;
- напрям і швидкість потоку підземних вод (швидкість фільтрації та дійсна швидкість);
- фільтраційні властивості ґрунтів та можливість розвитку процесу підтоплення;
- хімічний склад підземних вод, повне найменування та основні властивості води: придатність для водопостачання, агресивність по відношенню до підземних конструкцій.

*Приклад.* Ґрунтові води розкриті всіма свердловинами на глибині 1,8-2,5 м. Територія частково підтоплена. Водовмісними породами є піски шару 3 та суглинки шару 2; шар глини 4 – водотривкий пласт. Напрямок руху ґрунтового потоку – північно-західний. Швидкість фільтрації в пісках шару 3 складає 5 м/добу, дійсна швидкість руху води – 7,5 м/добу. Найбільш водопроникними є піски 3 шару ( $k_{\phi}=2,0$ м/добу), менш водопроникними – глини шару 4 ( $k_{\phi}=0,0001$  м/добу). За хімічним складом ґрунтова вода – гідрокарбонатно-кальцієва, прісна, нейтральна, жорстка. За загальною жорсткістю не відповідає нормам питного водопостачання. Вода має сульфатну агресивність по відношенню до бетонів, що необхідно враховувати під час проектування фундаментів та інших підземних конструкцій.

#### Гідрогеологічні умови ділянки

Глибина рівня ґрунтових вод, м	№ свердловини					
	1	2	3	4	5	6
	4,9	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3

#### Геологічна будова ділянки

Шар	Ґрунт	Номер свердловини і глибина залягання підосви шару, м					
		1	2	3	4	5	6
1	Рослинний	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
2	Нескельний осадовий	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4
3	Нескельний осадовий	7,2	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0
4	Нескельний осадовий	13,8	11,4	11,0	10,6	10,2	9,9
5	Скельний	15,3	13,0	11,3	12,1	11,8	11,2

А) Характеристика властивостей нескельних осадових ґрунтів

Найменування	Одиниця виміру	Шар			
		1	2	3	4
Щільність, $\rho$	г/см <sup>3</sup>	1,38	1,72	2,01	1,88
Щільність частинок, $\rho_s$	г/см <sup>3</sup>	-	2,68	2,66	2,74
Природна вологість, $W$	од.	-	0,15	0,25	0,22
Вологість на межі текучості, $W_L$	од.	-	0,17		0,4
Вологість на межі розкочування, $W_P$	од.	-	0,14		0,17
Відносний вміст органічних речовин, $I_{om}$	од.	-	0,47		
Коефіцієнт фільтрації, $k_f$	м/добу	-	0,05	35,0	
Гранулометричний склад ґрунту:					
2 – 1 мм	%	-		29,5	
1 – 0,5 мм	%	-		20,0	
0,5 – 0,25 мм	%	-		29,0	
0,25 – 0,1 мм	%	-		16,5	
0,1 – 0,05 мм	%	-		5,0	
0,05 – 0,01 мм	%	-		-	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борзяк О.С. Інженерно-геологічні дослідження для будівництва: Навч. посібник / О.С. Борзяк, В.А. Лютий, О.В. Романенко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 100 с.
2. Ваганов, І. І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища : навчальний посібник / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 267 с.
3. Зоценко М.Л. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручник / М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПНТУ, 2003. – 446 с.
4. Костюченко М.М. Гідрогеологія та інженерна геологія : Підручник / М.М. Костюченко, В.С. Шабатин. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 144 с.
5. Мельничук В.Г. Інженерна геологія. Навчальний посібник / В.Г. Мельничук, Я.О. Новосад, Т.П. Міхницька. – Рівне:НУВГП, 2013. – 351 с.
6. Ніщук В.С. Інженерний захист та освоєння території. Довідник / за редакцією В.С. Ніщука / – К. : «Основа», 2000. – 344 с.
7. Рудько Г.І. Основи загальної, інженерної та екологічної геології. Навч. посібник / Г.І. Рудько, І.П. Гамеляк. – Чернівці: Букрек, 2003.-423 с.
8. Суярко В. Г. Інженерна геологія (з основами геотехніки) : підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авт.; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 296 с.

### *Нормативні документи:*

9. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідних ґрунтах : ДБН В.1.1-5-2000. – [Чинний від 2000-01-07]. – К. : Держбуд України, 2000. – 66 с. – (Національні стандарти України).
10. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1-1-2008. – [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 74 с. – (Національні стандарти України).
11. Ґрунти. Класифікація : ДСТУ Б В.2.1-2-96. – [Чинний від 1997-01-01]. – К. : Мінбуд України, 1997. – 45 с. – (Національні стандарти України).
12. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010.
13. Інженерний захист територій будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-3-97. – [Чинний від 1997-01-07]. – К. : ДП "Укрархбудінформ", 1998. – 47 с. – (Національні стандарти України).
14. Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань : ДСТУ Б А.2.4-13:2009 – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с. – (Національні стандарти України).