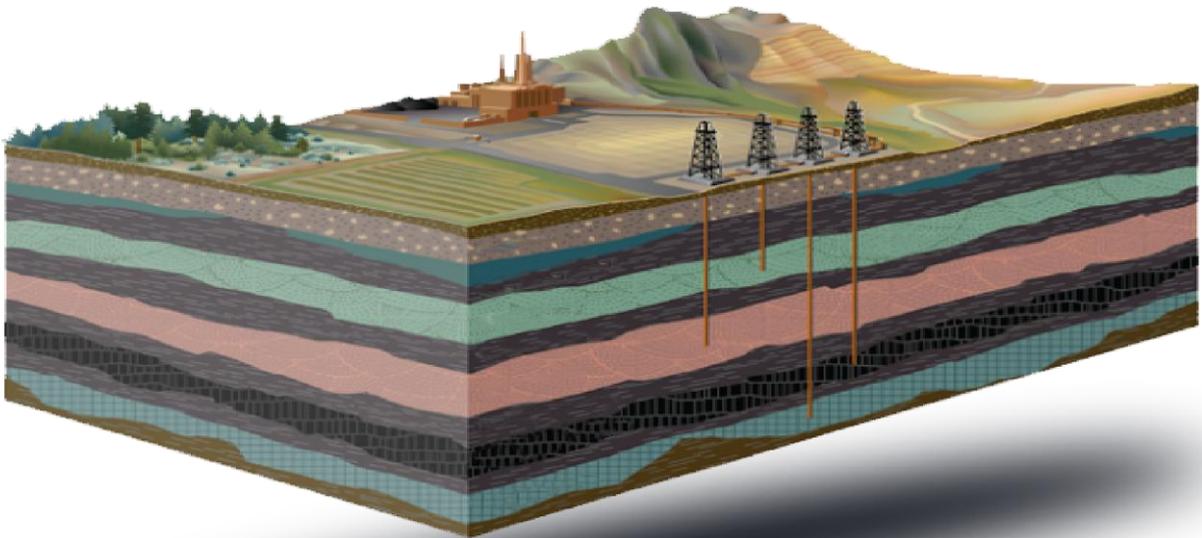


Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Любешівський технічний фаховий коледж Луцького
національного технічного університету»



ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

для здобувачів освітньо-професійного ступеня **фаховий молодший бакалавр**
освітньо-професійної програми «**Будівництво та експлуатація будівель і споруд**»
галузі знань **G Інженерія, виробництво та будівництво**
спеціальності **G19 Будівництво та цивільна інженерія**
денної форми навчання



Любешів 2025

УДК 55 (077)

Д 17

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар _____ Н.М.Корець

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»,

протокол № _____ від « ____ » _____ 2025 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників будівельного профілю, будівництва та цивільної інженерії ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»,

протокол № _____ від « ____ » _____ 2025 р.

Голова випускної циклової (методичної) комісії _____ Данилік С.М

Укладач: _____ Данилік С.М., викладач вищої категорії

Рецензент: _____ Герасимик-Чернова Т.П.

Відповідальний за випуск: _____ Т.П.Кузьмич, методист ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ».

Інженерна геологія [Текст]: методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 28 с.

ВСТУП

Практичні заняття є обов'язковою і важливою складовою частиною учбового процесу при вивченні здобувачами освіти навчальної дисципліни “Інженерна геологія”

Головною метою практичних занять є закріплення та поглиблення знань, отриманих під час аудиторних занять в процесі вивчення теоретичних основ спеціальності.

На практичних заняттях здобувачі освіти ознайомлюються з сучасними методами, приладами та обладнанням, що використовуються при вивченні фізичних та механічних властивостей гірських порід.

Програмою практичних занять передбачається ознайомлення з фізичними властивостями мінералів та фізичними властивостями гірських порід; визначення таких найважливіших показників властивостей ґрунтів, як природна вологість W_{np} , коефіцієнт неоднорідності гранулометричного складу K_n , щільність ґрунту ρ , щільність часток ґрунту ρ_s , пористість n , коефіцієнт пористості ε , та коефіцієнт фільтрації K_ϕ ; побудова геологічного розрізу ґрунтів.

При виконанні практичних робіт значну увагу треба приділяти організації, раціональній послідовності проведення досліджень та обробці і інтерпретації отриманих результатів.

Практична робота №1

Тема: «Ознайомлення з фізичними властивостями мінералів»

Мета роботи: Ознайомитися за методичними вказівками з методами визначення фізичних властивостей мінералів; визначити і записати в зошит основні фізичні властивості мінералів у даному наборі (5 зразків)

Прилади і матеріали: зразки мінералів, які характеризують основні діагностичні властивості мінералів (колір, колір риски, блиск спайність, твердість, злом, прозорість, розчинення у кислотах, смак запах, щільність);

Шкала твердості Мооса, неглазурована фарфорова пластинка, 10% розчин соляної кислоти.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА:

Кожний мінерал має певний хімічний склад і характерну для нього внутрішню будову, від якої залежать його зовнішня форма та фізичні властивості.

Розрізняють такі зовнішні (макроскопічні) фізичні властивості мінералів: колір, колір риски, прозорість, блиск, спайність, злом, твердість, розчинення у кислотах, смак, запах, щільність.

К о л і р. Майже всі мінерали забарвлені в той чи інший колір. Багато з них названі за цією ознакою. Наприклад, гематит (від грецького "гематікос"—кривавий), альбіт (від латинського "альбіус"—білий), рубін (від латинського "рубер"—червоний).

Для характеристики кольору та його відтінків використовують такі терміни: білий, чорний, сірий, бурий, червоний, жовтий, зелений, синій. Такі назви, як оранжевий, рожевий, блакитний, застосовуються для уточнення відтінків, наприклад оранжево-жовтий, блакитно-білий та ін.

Для назв відтінків уживають префікси темно-, світло- та ін., а для мінералів з металевим блиском обов'язково як префікс використовують назву металу (наприклад, мідно-червоний, золотисто-, латунно-, бронзово-жовтий, свинцево-або сталєво-сірий, залізо-чорний та ін.).

Крім основного забарвлення, мінерали інколи мають додаткові відтінки – мінливість, обумовлену явищем інтерференції світла на поверхні мінералів внаслідок різних реакцій при вивітрюванні.

К о л і р р и с к и. Багато мінералів у дрібно-роздробленому стані (порошку) мають зовсім інший колір, так званий колір риски (або просто – риска). Це важлива діагностична ознака мінералу. Для визначення кольору риски нема потреби роздрібнювати мінерал, а досить провести ним по неглазурованій фарфоровій пластинці. Для характеристики риски вживаються такі ж терміни, як і для кольору.

Прозорість. Це здатність мінералів пропускати світло. Розрізняють прозорі (гірський криштал, ісландський шпат та ін.), напівпрозорі (халцедон, опал та ін.) і непрозорі (графіт, пірит та ін.). Багато мінералів у тонких пластинках просвічуються, наприклад біотит.

Блиск. Це здатність мінералів відбивати світло (залежить від кількості відбитого світла).

За цією властивістю мінерали розподіляють на дві великі групи: з металевим та неметалевим блиском.

Металевий блиск—це блиск свіжого злому металу. Решта —неметалеві. Відрізняють блиск алмазний - дуже сильний, відбиває багато світла; дзеркальний—блиск дзеркала; скляний—блиск поверхні скла; шовковистий—при паралельно-волокнистій будові; жирний - поверхня мінералу наче намазана жиром; перламутровий—колір інтерференції. Багато мінералів не мають блиску і є матовими.

Спайність. Це здатність мінералів розколюватись при ударі в окремих кристалографічних напрямках з утворенням гладких або дзеркальних поверхонь—поверхонь спайності.

Спайність притаманна тільки кристалічним мінералам і відсутня у монокристалів. Напрямок площин спайності не випадковий і відповідає напрямкам найбільш щільних кристалічних решіток. Спайність може спостерігатись в одному, двох, трьох, чотирьох і навіть шести напрямках. Слід розрізняти площини спайності від граней кристала. Наприклад, у кварці спайність відсутня, хоч він і зустрічається часто у формі кристалів із гладкими поверхнями.

Фізично спайність обумовлена тим, що зовнішні зв'язки між кристалами значно слабші від внутрішніх структурних зв'язків між елементарними частинками.

Розрізняють такі види спайності:

а) дуже досконала — мінерал легко розколюється за визначеним напрямком на окремі пластинки, листочки або лусочки (слюда, графіт, гіпс та ін.);

б) досконала — при ударі мінерал розколюється рівними, гладенькими площинами на уламки, які нагадують первинні кристали (галіт, кальцит та ін.);

в) недосконала — розпізнається важко на уламках мінералу. Значна частина уламків обмежена неправильними поверхнями (апатит, берил та ін.);

г) спайність відсутня. При ударі мінерал розколюється у випадкових напрямках із неправильними поверхнями злому (кварц, лімоніт та ін.).

Злом. Для визначення деяких мінералів доброю діагностичною ознакою є злом — випадковий напрямок розколу мінералу. За певним характером поверхні, яка утворюється при розколі мінералу, виділяють такі типи злому:

а) рівний, ступінчастий, характерний для мінералів із спайністю;

- б) раковистий (опал, халцедон та ін.), який нагадує внутрішню поверхню черепашки;
- в) занозливий (рогова обманка, гіпс та ін.) — притаманний мінералам із волокнистою або голкуватою будовою;
- г) землистий (каолінит та ін.) — характерний для землистих мінералів;
- д) зернистий — мають мінерали зернистої будови.

Т в е р д і с т ь. Це здатність мінералів чинити опір механічним зусиллям, які роз'єднують його частинки. Ступінь твердості мінералів визначається приблизно в порівнянні з твердістю еталонних мінералів за шкалою Ф. Мооса, табл. 2.2.

Таблиця 1.1 – Шкала твердості мінералів

Назва мінералу	Твердість за Моосом	Характеристика твердості
Тальк	1	Легко дряпається нігтем
Гіпс	2	Дряпається нігтем
Кальцит	3	Легко дряпається ножем
Флюорит	4	Важко дряпається ножем
Апатит	5	Ніж не залишає подряпин
Ортоклаз	6	Залишає подряпину на склі, сталі
Кварц	7	Легко дряпає сталь, скло
Топаз	8	Дряпає скло, гірський кришталь
Корунд	9	Легко дряпає всі мінерали, крім алмазу
Алмаз	10	Ріже скло

Тальк – мінерал підкласу сланцюватих силікатів, $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. колір – білий, зеленкуватий; густина $2,8 \text{ г/см}^3$. Утворився внаслідок гідротермальної зміни магнезійних силікатів вивержених порід. Використовують як кислототривкий та електроізоляційний матеріал.

Крейда – відноситься до осадових порід органічного (зоогенного) походження (затверділий морський осад, складається з черепашок, найпростіших морських тварин), $CaCO_3$.

- Колір білий. Використання – для виробництва вапна, цементу, скла, для приготування замазок, фарб, шпаклівки.
- Гіпс – мінерал групи сульфатів, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Колір білий, сірий, жовтуватий, червонуватий. Густина 2,2 – 2,3 г/см³, будова пластинчаста, волокниста, зерниста. Використовується для виробництва повітряних гіпсових в'язучих.
- Кам'яна сіль – (галіт) NaCl . Мінерал хомогенного походження підкласу хлоридів. Густина 2,2 г/см³. Колір безбарвний, білий, жовтий, синюватий. Будова кристалічна.
- Кальцит – (вапняковий шпат) CaCO_3 , мінерал групи карбонатів. Будова кристалічна. Густина 2,7 г/см³. Колір білий, сірий.
- Ангідрит – CaSO_4 , осадовий гідротермальний мінерал групи сульфатів. Густина 2,8 – 3,0 г/см³. Схожий на гіпс. Колір сірий, голубуватий. Поглинаючи воду переходить у гіпс. Використовують у виробництві в'язучих, добрив.
- Плавииковий шпат (флюорит) – мінерал класу фторидів, CaF_2 . Густина 3,2 г/см³, чистий флюорит – безбарвний (цінна оптична сировина), домішки надають фіолетового, зеленого, жовтого та ін. кольорів.
- Апатит – мінерал класу фосфатів магматичного, гідротермального походження, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$. Будова зерниста, кристалічна. Густина 3,2 г/см³. Використовується як сировина для виробництва добрив, фосфорної кислоти, скла.
- Ортоклаз – калієвий польовий шпат. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Яскраво виражена спайністю у двох напрямках. Колір білий, рожевий, сірий. Густина 2,6 г/см³. Використовують як сировину для виробництва кераміки та скла. Входить до складу гранітів, гнейсу та інших вивержених та метаморфічних порід.
- Кварц – один з найпоширеніших породоутворюючих мінералів групи кварцу SiO_2 . Густина 2,65 г/см³. Спайності не має, злом не рівний. Колір – безбарвний (гірський криштал), фіолетовий (аметист), білий, сірий, рожевий. Використовується у вигляді кварцового піску та кварцитів у виробництві скла та кераміки, кварцити – як оздоблювальний матеріал. Монокристали кварцу – у оптичному приладобудуванні та як п'єзоелектрик. Забарвлені прозорі кварци – у ювелірній справі.
- Топаз – мінерал підкласу острівних силікатів $\text{F}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$. Будова кристалічна, густина 3,4 – 3,6 г/см³. Колір безбарвний, голубий, рожевий, винно-жовтий, залежно від домішок. Прозорий топаз – дорогоцінний камінь. Зустрічається у розсипах.
- Корунд – мінерал простих окислів Al_2O_3 . Домішки Cr, Fe, Ti та ін. Густина 4 г/см³. За походженням – метаморфічна порода. Колір прозорий різноманітних відтінків, залежно від домішок. Є дорогоцінним каменем (рубін, сапфір та ін.). Хороший абразив.

У промислових масштабах виготовляють синтетичний корунд – для годинникової промисловості, електронної, ювелірної. Зустрічається у розсипах.

Алмаз – мінерал, одна із кристалічних поліморфних модифікацій вуглецю, С. Будова кристалічна. Колір безбарвний, рідше забарвлений. Густина – 3,5 г/см³. Крупні кристали прозорого алмазу – дорогоцінний камінь (І класу). Застосовують як абразив. Виготовляють синтетичні алмази (з графіту та вуглемістких речовин).

Для визначення твердості мінералів у лабораторних умовах користуються підручними предметами, твердість яких відома: м'який олівець — 1, ніготь — 2,5; мідна монета — 3—4; скло — 5—5,5; лезо бритви — 5—6; терпуг — 7.

Скло дряпає всі мінерали з твердістю менше 5, а мінерали з твердістю більше 5 самі дряпають скло. Цими підручними засобами можна визначити твердість більшості мінералів, оскільки мінерали з твердістю більше 6 зустрічаються порівняно рідко.

Розчинення у кислотах. Усі мінерали класу карбонатів (кальцит, малахіт та ін.) реагують із соляною кислотою з виділенням вуглекислого газу, бульбочки якого створюють враження кипіння кислоти. Деякі мінерали цього класу розчиняються в роздрібненому стані (доломіт) або при підігріванні (магнезит). Для визначення мінералів застосовується 10% розчин соляної кислоти, крапля якого за допомогою скляної палички або крапельниці наноситься на поверхню зразка або на порошок.

Смак, запах. Усі мінерали, які розчиняються у воді, мають певний смак. Так, галіт — солоний, силвін — гірко-солоний. Деякі мінерали під час тертя один об один мають характерний запах. Так, при терті желваків фосфориту з'являється запах горілої шкіри; запах сірчаного газу характерний для піриту та сірки.

Щільність. Ця властивість мінералів змінюється в широких межах — від значення менше 1 (гази, бітуми) до 23 г/см³ (група осьмистого іридію). У ряді випадків щільність є доброю діагностичною ознакою, навіть виважуючи мінерали на долоні, можна приблизно визначити їх щільність. За щільністю всі мінерали розподіляють на: легкі—із щільністю до 2,0 г/см³, середні — від 2 до 4 г/см³, важкі—більше 4 г/см³.

Твердість однорідних кам'янистих матеріалів визначають за шкалою твердості, у якій десять спеціально підібраних мінералів розташовані у такому порядку, що на кожному з них всі наступні можуть лишати риску.

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитися за методичними вказівками з методами визначення фізичних властивостей мінералів;
2. визначити і записати в зошит основні фізичні властивості мінералів у даному наборі 5 зразків;
3. Дані вписати до таблиці 2.1:

Таблиця 1.2

№ п/п	Назва мінералу	Колір	Колір риси	Прозорість	Блиск	Спайність	Злом	Твердість	Розчинення у кислотах	Смак, запах	Щільність, г/см ³
1											
2											
3											
4											
5											

Зробити висновок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається мінералами?
2. Як визначається твердість по шкалі Мооса?
3. Скільки мінералів знаходиться у шкалі твердості Мооса?
4. Який мінерал має найменшу твердість?
5. Який мінерал має найбільшу твердість?
6. У якому порядку розташовані мінерали у шкалі твердості Мооса?
7. Які зовнішні фізичні властивості мінералів ви знаєте?
8. Які терміни використовують для визначення характеристики кольору та його відтінків?
9. Як визначають колір риси?
10. Назвіть групи за прозорістю.
11. Що таке металевий блиск?
12. Що таке спайність?
13. Назвіть види спайності.
14. Що таке злом?
15. Як визначають твердість?
16. Якими підручними предметами можна визначити твердість у лабораторних умовах?

17. Мінерали якого класу реагують із соляною кислотою?
18. Які мінерали мають смак?
19. Як визначити запах мінералів?
20. Назвіть межі щільності мінералів.

Практична робота №2

Тема: «Ознайомлення з фізичними властивостями гірських порід»

Мета роботи: Ознайомитися за методичними вказівками з фізичними властивостями гірських порід; визначити і записати в зошит основну характеристику фізичних властивостей гірських порід у даному наборі (5 зразків)

Прилади і матеріали: зразки гірських порід, додатки 1,2

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА

Породоутворюючі мінерали, об'єднуючись у певні сполуки, утворюють гірські породи.

Гірські породи – це мінеральні маси, які утворюють земну кору і мають відносно сталі склад та будову. Бувають мономінеральними та полімінеральними.

За походженням *магматичні* гірські породи поділяються на глибинні та вивержені (первинні), *осадові* гірські породи поділяються на уламкові, органігенні та хімічні (вторинні) та *метаморфічні* (видозмінені).

Для діагностики гірських порід будь-якого походження треба знати особливості їх будови, що визначаються *структурою та текстурою*.

Під *структурою* гірської породи розуміють її будову, обумовлену формою і величиною мінералів, що складають її, ступенем їх кристалізації, взаємовідношеннями і засобами зростання. Структура відображує умови утворення гірських порід.

Розрізняють такі **типи структур**: повнокристалічну, порфірову та аморфну.

Повнокристалічна структура може бути рівномірно зернистою, коли кристали мінералів, які входять до складу гірської породи, мають приблизно однакові розміри. За величиною зерен (кристалів) повнокристалічна структура буває: крупнозернистою (розмір зерен у поперечнику більше 3 мм); середньозернистою (1 — 3 мм) та дрібнозернистою (менше 1мм).

Порфірові структури теж відносяться до кристалічних і характеризуються наявністю крупних кристалів, які занурені в агрегат кристалічних зерен меншого розміру або в скловату основну масу (див. рис. 3.1). Подібні структури утворюються в тому випадку, коли кристалізація здійснюється в два етапи: на першому етапі на великій глибині утворюються

більш крупні кристали, на другому — на значно меншій глибині — кристалізується решта магми.

Потайнокристалічна структура може бути виявлена тільки під мікроскопом.

Некристалічні, або аморфні, структури притаманні породам, які складаються з нерозкристалізованої основної маси.

Під **текстурою** породи розуміють характер розташування її складових частин у просторі та щільність породи. Виділяють **однорідні та неоднорідні текстури**.

Серед **однорідних текстур** виділяють масивні (суцільні) текстури, які складені мінералами без будь-якої орієнтації, серед **неоднорідних** — сланцюваті (порода розсланцьована на окремі пластинки), гнейсоподібні, у яких мінерали розташовані паралельно один до одного, флюїдальні (лат. флюїс – текти) — мінерали витягнуті в одному напрямку, пористі (шлакові) - за наявності у породі великої кількості пор та порожнин (рис. 3.1).

Для осадових сипучих гірських порід характерна безладна текстура, оскільки її складові частини (зерна, уламки) можуть розташовуватись як завгодно.

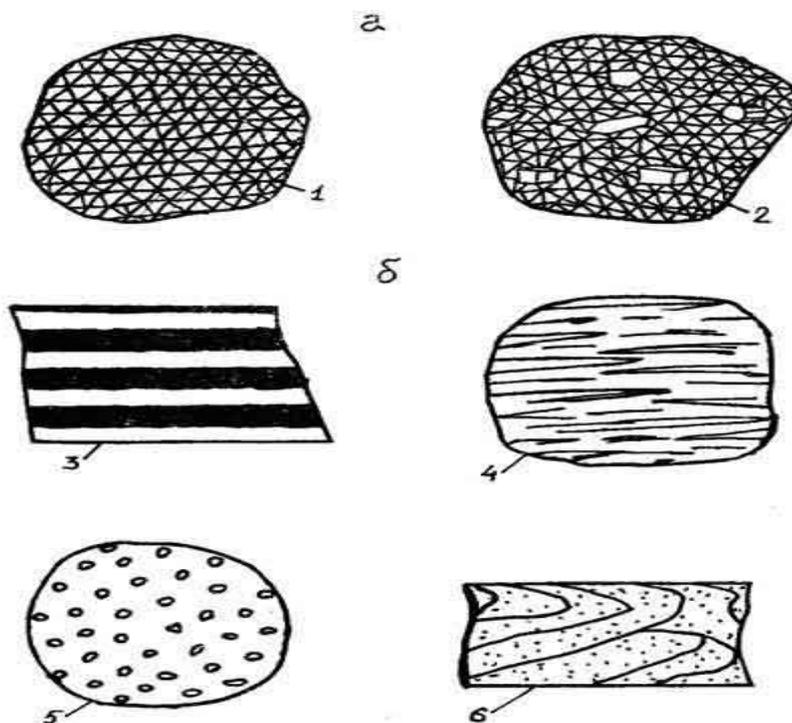


Рисунок 3.1—Структура та текстура гірських порід:

а – структури: 1 – зерниста; 2 – порфірова; б – текстури: 3 – гнейсова (смугаста); 4 – сланцювата; 5 – пориста; 6 – флюїдальна

У будівництві природні кам'яні матеріали використовують на всіх етапах зведення будівлі. Для кладки фундаментів використовують всі види гірських порід. Для кладки стін використовують вапняк, доломіт, вулканічний туф, пісковик, гіпсовий камінь. Для

облицювання будівель зовні застосовують граніт, сієніт, діорит, габро, лабрадорит, вулканічний туф, базальт, кварцит, щільний вапняк, пісковик.

Для внутрішнього оздоблення використовують мрамур, мрамуроподібний вапняк, травертин, ангідрит, гіпсовий камінь, вулканічний туф, щільний вапняк-черепашник, брекчія, конгломерат.

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись із зразками гірських порід.
2. Охарактеризувати гірські породи.
3. Дані внести до таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

№	Назва гірської породи	Колір	Структура	Текстура	Походження	Використання в будівництві	Мінерали, що входять до складу гірських порід		
							назва	хім. склад	колір
1									
2									
3									
4									
5									

Зробити висновок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що називається гірською породою?
2. У чому полягає відмінність між гірськими породами і мінералами?
3. Від чого залежать властивості гірських порід?
4. Як класифікують гірські породи?
5. Які гірські породи використовують як стіновий матеріал?
6. Які гірські породи використовують для оздоблення?
7. Що розуміють під текстурою і структурою гірських порід?
8. Який порядок визначення магматичних гірських порід?

9. Які з органічних гірських порід утворились із залишків тварин, а які з залишків рослин?
10. Як використовують в будівництві осадові гірські породи?
11. як утворилися метаморфічні гірські породи?
12. Яким чином використовуються метаморфічні гірські породи в будівництві?

Практична робота №3

Тема: «Вивчення фізичних і механічних властивостей ґрунтів.

Побудова геологічного розрізу ґрунтів»

Мета роботи: визначити фізичні і механічні властивості ґрунтів. Побудувати геологічний розріз ґрунтів.

Прилади і матеріали: зразки ґрунтів.

ТЕОРЕТИЧНА ДОВІДКА

Під ґрунтами (нім. "Grund"— основа) розуміють будь-яку гірську породу, що змінюється з часом і використовується як основа, середовище або матеріал для зведення будинків та інженерних споруд. Як правило, це верхня частина земної кори, яка складена осадовими гірськими породами того чи іншого походження.

Ґрунти — багатокомпонентна система, в склад якої входять: тверді мінеральні частинки, вода в різних станах, газоподібні включення (повітря). Проміжки між мінеральними частинками, частково або повністю заповнені водою або газами, називаються порами.

Фізичні характеристики ґрунтів

Фізичні та механічні характеристики ґрунтів дають кількісне уявлення про властивості, які необхідні для розрахунків стану і прогнозу поведінки ґрунтів під навантаженням в тих чи інших умовах. Фізичні характеристики дають уявлення про стан ґрунтів у природі, а механічні — про їхню поведінку під навантаженням.

Фізичні характеристики властивостей ґрунтів поділяють на дві групи:

- основні, які визначаються дослідним шляхом на основі лабораторних або польових дослідів;
- розрахункові, які визначаються розрахунком на основі перших.

Дослідним шляхом визначаються: питома вага часточок ґрунту, питома вага ґрунту, вологість, границі пластичності, коефіцієнт фільтрації. Усі інші характеристики визначаються розрахунком. Основні відомості про фізичні характеристики ґрунтів наведені в табл. 3.1, де для основних характеристик прийняті такі умовні позначення: G — вага ґрунту, G_s — вага твердих часточок, G_w — вага води, V — об'єм ґрунту, V_s — об'єм твердих часточок, I — напірний градієнт, Q — витрата води, A — площа поперечного перерізу ґрунту.

Таблиця 3.1 — Основні відомості про фізичні характеристики ґрунтів

Назва	Визначення	Умовні позначення	Формула підрахунку	Одиниця вимірювання	Межі змінування
1	2	3	4	5	6
Питома вага	Вага одиниці об'єму ґрунту в природному стані (з урахуванням пор і заповнення їх водою)	γ	$\gamma = \frac{G}{V}$	кН/м ³	15—21
Питома вага частинок ґрунту	Вага одиниці об'єму ґрунту в абсолютно щільному стані (або питома вага мінеральних часточок)	γ_s	$\gamma_s = \frac{G_s}{V_s}$	кН/м ³	25—28
Вологість	Вміст води в ґрунті в долях одиниці від ваги мінеральної частини	w	$w = \frac{G_w}{G_s}$	Долі одиниці	0—5,0
Вологість на границі пластичності	Вологість, при якій ґрунт переходить із твердого стану в пластичний	w _p		Долі одиниці	0,09—0,90
Вологість на границі текучості	Вологість, при якій ґрунт переходить із пластичного стану в текучий	w _L		Долі одиниці	0,15—5,0
Коефіцієнт фільтрації	Швидкість фільтрації води в ґрунті при напірному градієнті, який дорівнює одиниці	k_f	$k_f = \frac{Q}{LA}$	м/добу	0—1000
Число пластичності	Діапазон вологості, в якому ґрунт знаходиться в пластичному стані	I_p	$I_p = w_L - w_p$	Долі одиниці	0—4,0
Показник текучості	Характеристика природного стану ґрунту за пластичністю	I_L	$I_L = \frac{w - w_p}{I_p}$	Долі одиниці	-
Питома вага сухого ґрунту	Вага одиниці об'єму ґрунту у висушеному стані	γ_d	$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$	кН/м ³	12,18
Пористість	Доля, яку складає об'єм пор від загального об'єму	n	$n = 1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}$	Долі одиниці	0—0,8
Коефіцієнт пористості	Доля, яку складає об'єм пор від об'єму мінеральної частини ґрунту	e	$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1+w) - 1$	Долі одиниці	0—1,5

Ступінь вологості	Відношення природної вологості до вологості повної волого-ємності (ступінь заповнення пор водою)	S_r	$S_r = \frac{wY_s}{eY_w}$	Долі одиниці	0—1
Показник неоднорідності гранулометричного складу	Співвідношення діаметру часточок, менше яких у ґрунті міститься відповідно 60 та 10 % (за масою)	C_u	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	Долі одиниці	1—15
Ступінь щільності пісків	Характеристика природного ступеня щільності відносно гранично щільного і граничного значення	I_D	$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$	Долі одиниці	0—1
Питома вага ґрунту, виважено-го водою	Вага одиниці об'єму ґрунту у виваженому стані	γ_{sb}	$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}$	кН/м ³	7—12

Питома вага ґрунтів визначається для зразків непорушеної структури із збереженням природної вологості. У лабораторних умовах питому вагу визначають двома методами: методом ріжучого кільця і методом парафінування. Вагу зразка ґрунту у будь-якому випадку визначають зважуванням, а при визначенні його об'єму виникають складнощі, пов'язані з природною структурою і станом. При використанні методу ріжучого кільця кільце певного внутрішнього об'єму з ріжучим краєм удавлюється в ґрунт. Область застосування цього методу обмежується ґрунтами, для яких можна відібрати пробу непорушеної структури: це вологі піски та пластичні глинисті ґрунти.

У методі парафінування об'єм зразка визначається зануренням запарафінованого ґрунту у воду. Парафінування запобігає розмоканню і проникненню води у пори. Ґрунт повинен бути здатним зберегти при відборі зразка певну форму. Це в основному глинисті ґрунти, за виключенням тих, що знаходяться в стані, близькому до текучого.

У випадках неможливості відбору зразка непорушеної структури (ґрунти у текучому стані, пухкі маловологі піски тощо) для визначення питомої ваги використовують польові методи: статичне або динамічне зондування, радіоізотопні методи.

Питому вагу часточок ґрунту визначають за допомогою пікнометра. Вагу часточок визначають зважуванням висушеного зразка, а об'єм — різницею між сумою ваги пікнометра, заповненого водою до риски на шийці, та проби ґрунту, з одного боку, і ваги того ж пікнометра, заповненого водою до тієї ж риски, але з розміщенням зразка ґрунту в середині пікнометра, з другого боку. Витиснення повітря із зразка, необхідне для запобігання зменшення питомої ваги, досягається попереднім тривалим кип'ятінням ґрунту в пікнометрі.

Вологість визначається як відношення ваги води в ґрунті до ваги висушеного ґрунту. Тому, як правило, вологість визначають ваговим методом. При цьому зразки ґрунту висушують у сушильних шафах при постійній температурі близько 105°C і протягом тривалого часу (до постійної ваги, що визначається повторним зважуванням). При меншій температурі не може бути досягнуте повне вилучення води із зразка, при більшій — виникає небезпека появи помилок, пов'язаних з можливістю згорання деякої частини породи, зокрема, органічних речовин.

Крім вагового методу, в лабораторних умовах для визначення вологості може застосовуватись пікнометричний та бензометод (для ґрунтів, що розчиняються у воді). У польових умовах застосовують спирто-бензометод, радіоактивні або електрометричні методи.

Пластичність властива тільки глинистим ґрунтам завдяки здатності глинистих частинок утримувати воду біля своєї поверхні. Виділяють такі стани за пластичністю (консистенцією): твердий, пластичний і текучий, їх можна досягти штучно, змінюючи вологість ґрунтової пасти.

Вагові вологості, відповідні до переходу ґрунту з одного стану в інший, називаються границями пластичності.

Вологість на границі пластичності називають ще нижньою межею пластичності, а вологість на границі текучості — верхньою межею пластичності.

Вологість на границі пластичності (розкочування) визначають у лабораторії як вологість, за якої джгути товщиною 3 мм, приготовлені стандартним способом з ґрунту розкочуванням, починають розпадатись на відрізки довжиною 3 – 10 мм.

Вологість на границі текучості визначають як вологість, при якій стандартний балансирний конус (масою 76 г з кутом при вершині 300) за 5 секунд під дією власної ваги занурюється в масу ґрунту на 10 мм.

Характеристики пластичності дозволяють судити про ступінь глинистості (процентний вміст глинистих частинок) та природний стан ґрунту за пластичністю.

У табл. 3.2 наведена класифікація глинистих ґрунтів, а на рис. 9.1 — залежність границь пластичності від процентного вмісту глинистих частинок.

Таблиця 3.2 — Класифікація глинистих ґрунтів

Назва ґрунту	Вміст глинистих частинок (дрібніші 0,005 мм), % за вагою
Глина важка (жирна)	більше 60
Глина	60—30
Суглинок важкий	30—20
Суглинок середній	20—15
Суглинок легкий	15—10
Супісок важкий	10—6
Супісок легкий	6—3
Пісок	Менше 3

Як видно з рисунка, із зростанням частки глинистих частинок зростає діапазон, в якому ґрунт знаходиться в пластичному стані. У зв'язку з цим число пластичності застосовується для класифікації ґрунтів за ступенем глинистості:

Супіски $0,01 \leq I_p \leq 0,07$

Суглинки $0,07 < I_p \leq 0,17$

Глини $I_p > 0,17$

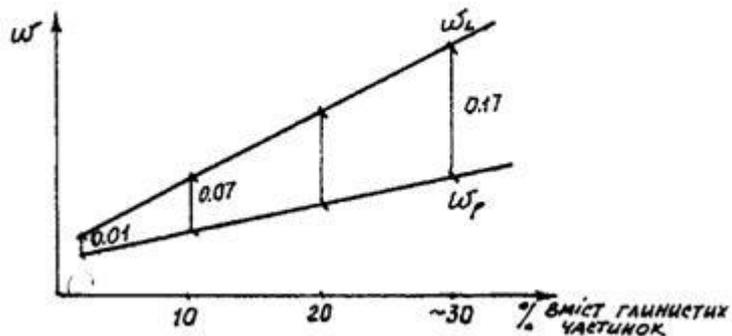


Рисунок 3.1 — Залежність границь пластичності від процентного вмісту глинистих частинок

Згідно з визначенням границь пластичності ґрунт знаходиться в твердому стані, якщо $w < w_P$, у текучому стані, якщо $w > w_L$, і в пластичному стані, якщо $w < w_P < w_L$. Для кількісної оцінки природного стану ґрунту за пластичністю застосовується така характеристика, як показник текучості I_L (див. табл. 9.1). Згідно з формулою підрахунку для твердих ґрунтів $I_L < 0$, для текучих $I_L > 1$ і для ґрунтів у пластичному стані $0 \leq I_L \leq 1$.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити як визначаються фізичні й механічні характеристики ґрунтів.
2. Побудувати геологічний розріз ґрунту:

Побудова інженерно-геологічного розрізу

Інженерно-геологічний розріз - це проекція геологічної будови на вертикальну площину. На розрізі показуються умови залягання порід, їх літологічний склад, фізико-механічні властивості, вік; фіксуються наявність і глибина залягання підземних вод, виділяються інженерно-геологічні елементи (рисунок 1). Розрізи будуються за даними розвідувальних гірничих виробок: свердловин, шурфів.

Навчальний інженерно-геологічний розріз будують за двома варіантами додаються геолого-літологічних колонок свердловин: 1,3,5,7,9 та 2,4,6,8,10 (таблиця 1) і оцінюють інженерно-геологічні умови ділянки.

З урахуванням горизонтального і вертикального масштабів наносяться точки закладення свердловин (по горизонталі - відстані між свердловинами, по вертикалі - абсолютні позначки їх усть). Побудовані точки з'єднують плавною лінією і отримують профіль рельєфу місцевості.

У місцях закладення свердловин за допомогою графічних позначень наносяться дані геолого-літологічних колонок. Потім, вони пов'язуються між собою в єдине ціле - геологічний розріз. Для цього однойменні шари, розкриті свердловинами, з'єднуються плавними лініями.

Штриховий лінією показують на розрізі рівень ґрунтових вод, буквено-цифровими індексами - вік гірських порід і їх генезис. Поруч з розрізом відображається легенда: умовні позначення гірських порід.

Інженерно-геологічний розріз аналізують за такою схемою.

1. Пошарово (зверху вниз) описують складений розріз ґрунтів: найменування, умови залягання (потужність, характер нашарування), основні властивості;
2. При наявності підземних вод дають їх характеристику:
умови залягання, водовміщуючі і водотривкі породи, потужність водоносного горизонту, режим фільтрації (напірний безнапірний), напрямок руху потоку, можливість розвитку підтоплення;
3. Дають прогноз змін геологічного середовища, які можуть статися при будівництві та експлуатації автомобільних доріг, якими будуть їхні негативні наслідки. Вказують необхідні захисні заходи і методи поліпшення властивостей ґрунтів.

Геолого-літологічні колонки свердловин

Найменування породи	Вік	Номер свердловини та абсолютна відмітка її гирла (2-й ряд)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		167,1	167,3	167,4	167,0	166,8	167,2	167,6	167,0	166,5	166,0
Грунтовий шар	eO _{IY}	Потужність шарів у свердловинах, м									
		0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6
Суглинок лесовидний	dQ _{III}	1,2	2,5	2,5	3,6	2,2	3,8	1,2	2,6	1,0	3,2
Супісь	edQ _{II}	6,5	2,4	1,6	1,5	4,0	6,5	4,5	2,8	3,2	5,8
Пісок дрібнозернистий	dQ _{III}	-	1,5	1,0	1,2	-	-	-	1,5	1,2	-
Супісь лесовидна	edQ _{II}	-	3,5	3,0	3,1	-	-	-	3,2	2,0	-
Пісок середньозернистий	aN ₂	3,6	4,0	4,9	5,7	5,5	5,8	4,0	3,8	2,8	1,8
Глина щільна однорідна	mN ₁	4,0	3,5	1,5	1,4	0,5	0,2	2,8	2,5	4,5	6,8
Вапняк пористий	mK ₁	5,0	5,0	5,0	4,8	4,5	5,5	5,5	4,5	3,5	4,5
Глибина залягання ґрунтових вод,(м)	-	7,5	9,4	6,5	8,8	5,7	8,0	4,2	6,0	2,8	4,0

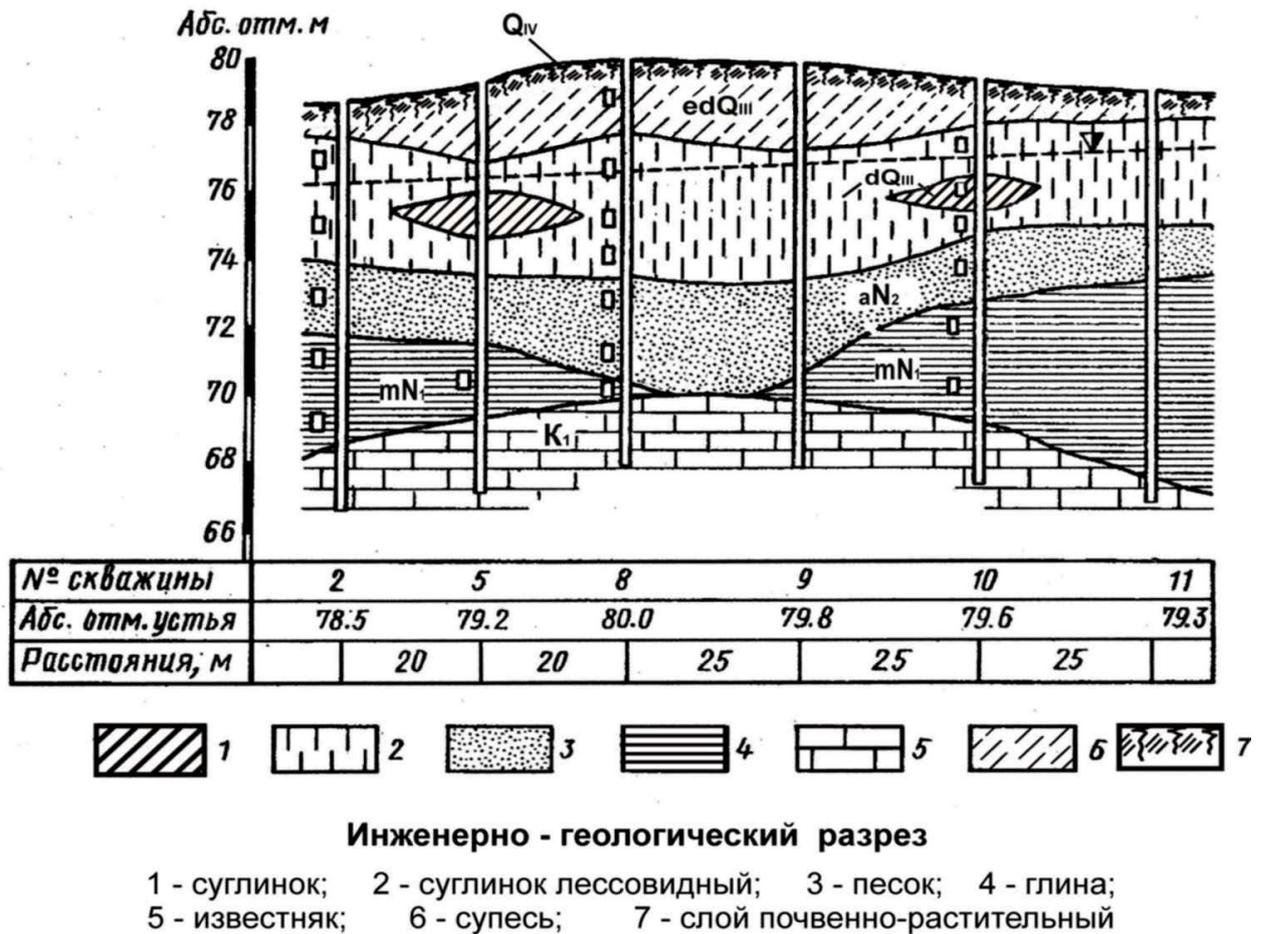


Рис. 1. Інженерно-геологічний розріз

Зробити висновок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

13. Що називається ґрунтом?
14. У чому полягає відмінність між гірськими породами і мінералами?
15. Від чого залежать властивості гірських порід?
16. Як класифікують гірські породи?
17. Які гірські породи використовують як стіновий матеріал?
18. Які гірські породи використовують для оздоблення?

Характеристика породоутворюючих мінералів

Мінерал	Хімічний склад	Кристалог рафічна система	Спайність	Колір	Твердість за Моосом	Істинна густина,	Породи, що містять мінерали
Група кварцу							
Кварц	SiO ₂	Тригональна	Відсутня	Прозорий, білий, сірий, чорний, фіолетовий	7	2,65	Граніт, діорит, гнейс, пісковик
Опал	SiO ₂ · nH ₂ O	Тригональна	Відсутня	Білий, блакитний, бурий, зелений, чорний	5...6	1,9...2,5	Трепел, діатоміт, опока, мергель, туф
Група алюмосилікатів							
Ортоклаз	K ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂	Моноклінна	Досконала	Білий, сірий, жовтий, червоний, рожевий	6...6,5	2,57	Графіт, сієніт, порфір, гнейс
Альбіт	Ca ₂ O · Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂	Триклінна	Досконала	Білий до сірого	6...6,5	2,6	Гнейс, лабрадорит
Анортит	K ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂	Триклінна	Досконала	Білий до сірого, жовтий	6...6,5	2,75	Габро, базальт
Мусковіт	K Al ₂ · [Al ₂ Si ₃ O ₁₀] · [OH] ₂	Моноклінна	Найдосконаліша	Прозорий, білий, сірий	2...3	2,7...3,1	Граніт, сієніт, гнейс, слюдяний сланець
Біотит	K (MgFe) ₃ · [Si ₃ O ₁₀] · [OH, F] ₂	Моноклінна	Найдосконаліша	Чорний бурий, темно-зелений	2...3	2,8...3,2	Андезит, діорит, сієніт, діабаз
Вермикуліт	(MgFe) ₃ · (O H) ₂	Моноклінна	Найдосконала	Золотавий, коричневий	1...1,5	2,4...2,7	Вермикуліт

	$[(Al_2Si)_4O_{10}] \cdot 4H_2O$		ліша				
Каолініт	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	Тригональна	Досконала	Білий	1	2,6	Глина
Група залізістомагнезіальних силікатів							
Авгіт	$Ca(Mg, Fe, Al) [(Si, Al)_2O_6]$	Моноклінна	Досконала	Темно-зелений, чорно-бурий, чорний	5...6	3,2...3,6	Базальт, габро
Олівін	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	Ромбічна	Досконала	Зелений, Жовтий, бурий, чорний	6,5...7	3,3...3,4	Діорит, габро, сієніт, андезит
Рогова обманка	$Ca_2Na(Mg, Fe)_4$	Моноклінна	Досконала	Темно-бурий, зелений, чорний	5...6	3,1...3,4	Діорит, габро, сієніт, андезит
Група карбонатів							
Кальцит	$CaCO_3$	Тригональна	Досконала	Безбарвний, молочно-білий, з різними відтінками	3	2,7	Вапняк, крейда, доломіт, мармур
Магнезит	$MgCO_3$	Тригональна	Досконала	Білий, сірий, жовтий	3,5...4,5	2,9...3,1	магнезит
Доломіт	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	Тригональна	Досконала	Білий, сірий	3,5...4	2,8...2,9	Доломіт
Група сульфатів							
Гіпс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Моноклінна	Досконала	Білий, блакитний, жовтий, бурий	2	2,3	Гіпс, ангідрит
Ангідрит	$CaSO_4$	Ромбічна	Досконала	Блакитно-білий, сірий	3...3,5	2,8...3	Ангідрит, гіпс

Барит	BaSO ₄	Ромбічна	Доско нала	Білий, сірий, жовтий	3...3,5	4,3...4, 7	Барит
-------	-------------------	----------	---------------	-------------------------	---------	---------------	-------

Характеристика найголовніших гірських порід

Додаток 2.

Порода	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності при стиску, МПа	Головні мінерали	Структура, текстура	Колір	Застосування
Вивержені породи						
Граніт	2600... 2888	100... 250	Кварц, ортоклаз, біотит, мусковіт	Дрібно-, середньо., крупно- зерниста, порфірова	Сірувато-білий, темно-сірий, червонуватий, сіро-зелений, синьо-зелений	Зовнішнє і внутрішнє облицювання, мостовий камінь, тротуарні плити, щебінь, східці
Сієніт	2600... 2800	150... 220	Ортоклаз, авгіт, рогова обманка	Зазвичай середньозернис та, рідше – дрібнозерниста	Сірий, сіро- зеленуватий, червонуватий, червоний	мостовий камінь, зовнішнє облицювання
Діорит	2800... 3000	150... 300	Ортоклаз, рогова обманка, біотит, авгіт	Середньо- і дріюнозерниста, рідше крупнозерниста	Темно-сірий з зеленим відтінком	Облицювальний камінь, дорожнє будівництво
Габро	2900... 3200	200... 400	Авгіт, олівін рогова обманка	Зазвичай середньозерниста до дрібнозернистої, рідше – крупнозерниста	Темно-сірий до чорного	Зовнішнє облицювання, дорожні покриття, гідротехнічні споруди
Лабра- дорит	2900... 3100	130... 250	Лабрадор	Крупнозерниста	Чорний з переливами блакитно, синього, іноді золотавого	Зовнішнє і внутрішнє облицювання, внутрішні сходи і площадки, підлоги

					кольорів	
Анде- зит	2200... 2700	60...240	Ортоклаз, рогова обманка, біотит, авгіт	Щільна, пориста з украпленнями	Сірий, бурий, чорний	Кислототривкі вироби, щебінь
Діабаз	2700... 2900	200... 400	Авгіт, рогова обманка, лабрадор	Приховано кристалічна, дрібнокристалі чна	Сірий, зеленувато- сірий, зелений	Гідротехнічні споруди, кислототривкі та жаростійкі облицювання і кладка, дорожнє будівництво
Базальт	2800... 3300	100... 500	Авгіт, олівін, рогова обманка	Приховано-, дрібно- кристалічна, склоподібна	Темно-сірий до чорного	Зовнішнє облицювання, зовнішні сходи і площадки, дорожні покриття, гідротехнічні споруди, кислотривкі та жаростійкі облицювання і кладка, плавлені вироби
Вулкані чний туф	700... 1400	5...15	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, рожевий до фіолетового, коричневий, чорний	Укладання стін, зовнішнє і внутрішнє облицювання, заповнювач для легких бетонів, активна мінеральна добавка
Перліт	920... 2400	25...100	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, сірувато- блакитний	Виготовлення пористих заповнювачів
Осадіві породи						
Пісковик	1900... 2800	10...250	Кварц, кальцит, польовий шпат	Дрібно- і тонкозерниста	Білий, жовтий, сірий, буроватий	Укладання фундаментів, стін, зовнішнє облицювання, виготовлення буту, щебню, дорожні

						покриття, гідротехнічні споруди, кислототривкі вироби
Доломіт	2500... 2900	100... 150	Доломіт, магнезит	Приховано кристалічна	Жовтувато- білий, буруватий	Виробництво в'язучих матеріалів, вогнетривів, теплоізоляційних виробів, скла, бугу, щебню
Магнезит	2900... 3000	120... 200	Магнезит	Приховано кристалічна	Світло-сірий	Виготовлення каустичного магнезиту, вогнетривких виробів
Вапняк щільний	1800... 2600	10...150	Кальцит, доломіт	Щільна безладно зерниста	Біли, сірий до чорного, жовтуватий, бурий	Виготовлення портландцементу, вапна, щебню, внутрішнє облицювання
Вапняк- черепашник	800... 1800	0,4...15	Кальцит, кремнезем	Пориста	Білий, сірий, жовтуватий	Внутрішнє облицювання, укладання стін, заповнювач легкого бетону, виготовлення вапна, портландцементу
Гіпс	2000... 2200	20...30	Гіпс	Зернисто кристалічна	Білий, жовтий, сірий	Виготовлення в'язучих речовин, внутрішнє облицювання, скульптурні роботи
Ангідрит	2800... 2900	60...80	Ангідрит	Зернисто кристалічна	Блакитно- білий, сірий	Виготовлення в'язучих речовин, внутрішнє облицювання
Діатоміт	400... 1200	2...5	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, жовтуватий	Активна мінеральна добавка, виготовлення

						теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Трепел	350... 800	2...3	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, сірий	Активна мінеральна добавка, виготовлення теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Опока	600... 1800	5...15	Аморфний кремнезем, кальцит	Аморфна	Білий, сірий	Укладання стін, заповнювач легких бетонів
Метаморфічні породи						
Гнейс	2400... 2700	60...250	Ортоклаз, кварц, біотит, мусковіт	Сланцювата	Сірий до червонуватого	Укладання фундаментів, бутова кладка, мостіння доріг
Глинистий сланець	2600... 2700	50...240	Гідрослюда, монтморилоніт, каолініт, кварц	Тонкосланцева	Сірий, темно-сірий, чорний	Влаштування покрівлі, виготовлення пористих заповнювачів для бетону
Мармур	2600... 2800	50...300	Кальцит, доломіт	Дрібно-, середньо-, крупно-зерниста, щільна	Білий, сірий, жовтуватий, блідо-рожевий, червоний, бурий, зеленуватий, чорний	Внутрішнє облицювання, виготовлення монументів, декоративно-художніх виробів, заповнювач для декоративних бетонів
Кварцит	2650... 3000	100... 500	Кварц, халцедон, опал	Дрібнозерниста, щільна	Білий, жовтий, сірий, від рожевого до темно-вишневого	Підфермове каміння, зовнішнє облицювання, виготовлення вогнетривких виробів, бутові камінь, щебінь

Використана література

1. Інженерна геологія [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво, спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія, за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 72с.
2. Свинко Й.М., Сивий М.Я. Геологія. Практикум. Навчальний посібник. — Київ: Либідь, 2006. — 248 с.
3. Тихоненко Д.Г. Геологія з основами мінералогії Навч. посібник / Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов, М. А. Щуковський та ін.; За ред. д-ра с. -г. наук, проф. Д. Г. Тихоненка. — К.: Вища освіта, 2003. — 287 с.: іл.
4. Свинко Й.М., Сивий М.Я. Геологія. Підручник. — К.: Либідь, 2003. — 480 с.
5. Зоценко М.Я. та ін. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів. –К.: Вища школа, 1992.

ЗМІСТ

Вступ.	3
Практична робота №1: Ознайомлення з фізичними властивостями мінералів.....	4
Практична робота № 2: Ознайомлення з фізичними властивостями гірських порід.....	10
Практична робота №3: Визначення фізичних і механічних властивостей ґрунтів.	
Побудова геологічного розрізу ґрунтів.....	13
Додаток 1.....	21
Додаток 2.....	23
Література	27

Інженерна геологія [Текст]: методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня: фаховий молодший бакалавр, галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація будівель і споруд» денної форми навчання/ уклад. С.М.Данилік – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2025. – 28 с.

Комп'ютерний набір і верстка : С.М.Данилік

Редактор: С.М.Данилік

Підп. до друку _____ 2025 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн.Таймс. Умов.друк.арк. ____

Обл. вид. арк. ____ Тираж 15 прим.