

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

«Основи геохімії та Ґрунтознавство»

за темою: «Рух води в ґрунті»

для студентів денної та заочної форми навчання.

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Основи геохімії та Ґрунтознавство»

за темою: «Рух води в ґрунті»

для студентів денної та заочної форми навчання.

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 7
від «18» квітня 2023 р.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи геохімії та Грунтознавство» за темою «Рух води в ґрунті» для студентів II року навчання денної та заочної форм навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти бакалавр/
Укладачі: Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Колосовська В.В., канд. геогр. наук., ас. Одеса, ОДЕКУ, 2023, 18 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Рідка компонента ґрунтів і класифікація видів води в ґрунті.....	8
1.2 Водопроникність ґрунтів.....	12
1.3 Рух води з насиченою вологою ґрунту (фільтрація).....	14
2 Практична частина.....	16
Завдання для виконання практичної роботи.....	17
Питання для самоконтролю.....	18
Список літератури.....	19

ВСТУП

Рідка фаза ґрунту є найбільш рухомою, динамічною і водночас активною його частиною. В ґрунтовому розчині мінеральні й органічні речовини знаходяться в молекулярному, колоїдному та іонному станах. У ґрунтовому розчині відбуваються процеси руйнування і синтезу гумусових речовин, формуються вторинні мінерали, утворюються органо-мінеральні сполуки. Із ґрунтового розчину рослини отримують необхідні поживні речовини і воду. В результаті того, що одні речовини можуть поглинатись рослинами, мікроорганізмами та адсорбуватись колоїдами, а інші – залишатись у ґрунтовому розчині, між рідкою і твердою фазами ґрунту встановлюється динамічна адсорбційна рівновага. Стан води в ґрунті, закони її переміщення та доступності для рослин, водоспоживання рослинами, водно-фізичні властивості та водний режим ґрунтів вивчали Г.М.Висоцький (1899), О.А.Роде (1965), Н.Л. Качинський (1970) та інші. Вода в природі виконує такі функції:

- забезпечує фізичні і хімічні процеси;
- є потужною транспортною геохімічною системою, яка сприяє переміщенню речовин у просторі.

У житті ґрунту вода виконує 6 функцій:

- є одним із факторів ґрунтоутворення й процесів вивітрювання мінералів;
- під впливом води проходить формування ґрунтового профілю;
- гумусоутворення;
- хімічні реакції відбуваються тільки у водному середовищі;
- регулювання температури ґрунту відбувається за допомогою води;
- вона є одним із факторів життя рослин та організмів, а також родючості ґрунтів.

Порції ґрунтової води, які мають однакові властивості, називаються формами води. Загальна кількість води в ґрунті в даний момент, виражена в % по відношенню до абсолютно сухої наважки, називається його вологістю.

Вологість ґрунту – дуже динамічна величина, що залежить від кількості опадів і температури; при цих рівних умовах – від гранскладу й гумусованості ґрунту.

Головним джерелом вологи в ґрунті є опади. Межі значень вологості, які характеризують виникнення різних форм і категорій ґрунтової вологи називаються ґрунтово-гідрологічними константами.

В агрономічній практиці ґрунтово-гідрологічні константи характеризуються межами доступності вологи рослинам.

Розрізняють п'ять ґрунтово-гідрологічних констант (Роде, 1965), які відображують у відсотках від ваги або об'єму ґрунту. До них належать:

- Максимально адсорбційна вологоємність (МАВ)
- Максимально гігроскопічність (МГ)
- Вологість стійкого в'янення рослин

- Найменша або польова вологоємність (НВ)
- Повна або повна водомісткість (ПВ)

Присутність і пересування вологи в ґрунті, її доступність рослинам зумовлена дією сорбційних, осмотичних, меніскових і гравітаційних сил а також температурою.

За природних умов вплив окремих сил на ґрунтову вологу розмежувати дуже важко. Для характеристики сукупної дії сил введено поняття термодинамічного потенціалу ґрунтової вологи, який являє собою суму чотирьох потенціалів: осмотичного, гравітаційного, капілярно-сорбційного і пневматичного, або потенціалу зовнішнього газового тиску.

Метою методичних вказівок є:

1) методичне забезпечення виконання практичного завдання за темою «Рух води в ґрунті», що забезпечить студентам відповідні сучасним вимогам знання студентів;

2) навчити студентів розраховувати потік вологи, внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після виконання практичного заняття студенти повинні **знати**:

- класифікацію видів води в ґрунті;
- тлумачення термінів «водопроникненість», «фільтрація»;
- види категорій фізично-зв'язаної води;
- рух води з насиченою вологою ґрунту;
- розрізняти ґрунтово-гідрологічні константи.

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- виконувати розрахунки викидів забруднюючих речовин від коптильного устаткування;
- виконувати розрахунки річних викидів забруднюючих речовин;
- виконувати розрахунки максимальних викидів забруднюючих речовин при «пікових» навантажень;
- виконувати розрахунки викидів забруднюючих речовин.

Методичні вказівки складаються із двох частин – теоретичної частини і практичної частини. В теоретичній частині стисло наводяться поняття про рідку компоненту ґрунтів і класифікація видів води в ґрунті, водопроникність ґрунтів та рух води з насиченою вологою ґрунту.

На практичних заняттях студенти повинні: ознайомитись із теоретичними положеннями, виконати розрахунки за даними представлених викладачем матеріалів, самостійно проаналізувати.

На аудиторне заняття відводиться 5 години і 4 години на самостійну роботу студентів.

Згідно силлабусу дисципліни „Основи геохімії та ґрунтознавства” методика проведення та оцінювання контрольних заходів

практичного модуля ЗМ-ПЗ, полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, складати відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання цього завдання студент отримує 4 бали.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.2 Рідка компонента ґрунтів і класифікація видів води в ґрунті

Майже всі гірські породи вміщують рідку компоненту, яка в більшості випадків представлена водою.

Вода в ґрунтах може знаходитись в різних фазових станах - газоподібному, рідкому та твердому (лід). Вона відіграє дуже важливу роль у поведінці ґрунтів та значною мірою обумовлює їх стан, суттєво впливаючи на фізико-механічні властивості (із тенденцією до погіршення).

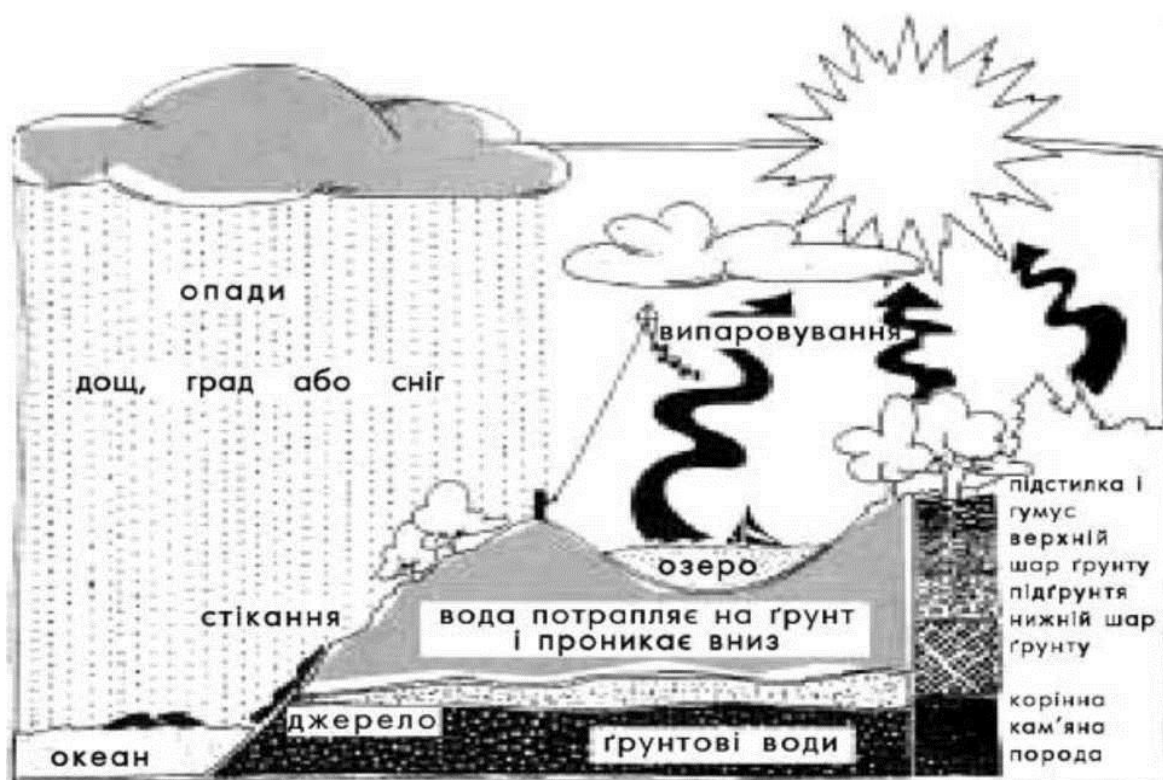


Рисунок 1.1 - Рух води в ґрунті

Сучасні уявлення про види води в ґрунтах свідчать про те, що в залежності від ступеню вологості, характеру зв'язку з поверхнею твердих часток ґрунту доцільно виділяти дві основні категорії води - **зв'язану й вільну**.

У категорії **зв'язаної води** розрізняють два види - **міцнозв'язану** (або адсорбційну) та **слабозв'язану** (капілярну й осмотичну).

Міцнозв'язана вода формується на поверхні ґрунтових часток завдяки адсорбції молекул води з пару атмосфери, і міцно утримується

поверхнею - енергія її взаємодії складає значні величини: від 40 до 130 кДж/моль.

Розрахувати потік води в насиченому ґрунті

Розрахувати внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік.

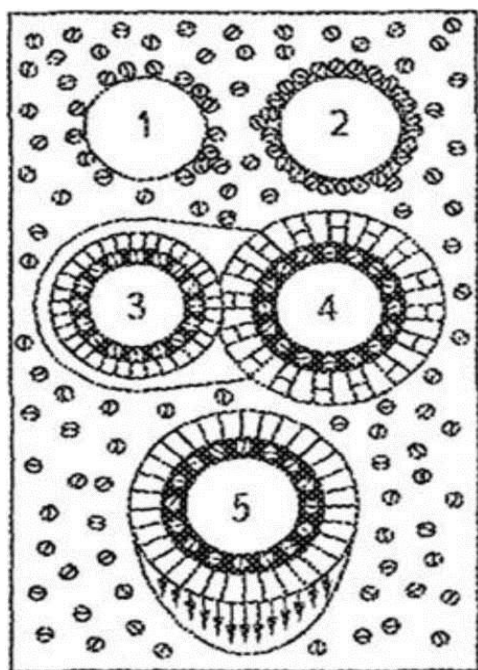
За енергією зв'язку з поверхнею міцнозв'язана вода поділяється на воду острівної та полішарової адсорбції. Вода *острівної адсорбції* складається з окремих асоціацій молекул, що формуються коло найбільш активних в енергетичному відношенні центрів - на сколках окремих часток ґрунту та на катіонах-компенсаторах. Утворення її відбувається

при відносній вологості повітря не більше 20-30%. Вода *полішарової адсорбції* відрізняється тим, що утворює плівку навколо ґрунтової

частки, яка складається з кількох шарів молекул води при відносній вологості повітря 30-90%. Енергія взаємодії цього різновиду води з поверхнею значно менша - 0,4-40 кДж/моль. Загальна кількість міцнозв'язаної води, що утворюється в ґрунті при відносній пружності пару близько 0,9, складає *максимальну гігроскопічну вологість ґрунту* (W_{mg}).

Властивості міцнозв'язаної води суттєво відрізняються від вільної води - вона характеризується більш високою щільністю (теоретично щільність її може досягати $1,84 \text{ кН/м}^3$),

зниженою температурою замерзання (до 30-50°C) та здатністю до розчинення, підвищеною теплопровідністю, значно нижчою діелектричною проникністю по відношенню до вільної води.



Молекули водяної пари зображені маленькими кружечками):

1 — часточки ґрунту з неповною гігроскопічністю; 2 — часточки ґрунту з максимальною гігроскопічністю; 3-4 — часточки ґрунту з плівчастою вологою; 5 — часточки ґрунту, в яких утворюється гравітаційна волога

Рисунок 1.2 - Схема форм ґрунтової вологи за Лебедєвим

Слабозв'язана вода. До цього виду води відноситься капілярна та осмотична вода.

Механізм пересування *капілярної води* пов'язаний з під'ємною силою капілярного меніска. Розрізняють воду кутів пор, капілярно підвішену та власне капілярну різновидності капілярної води.

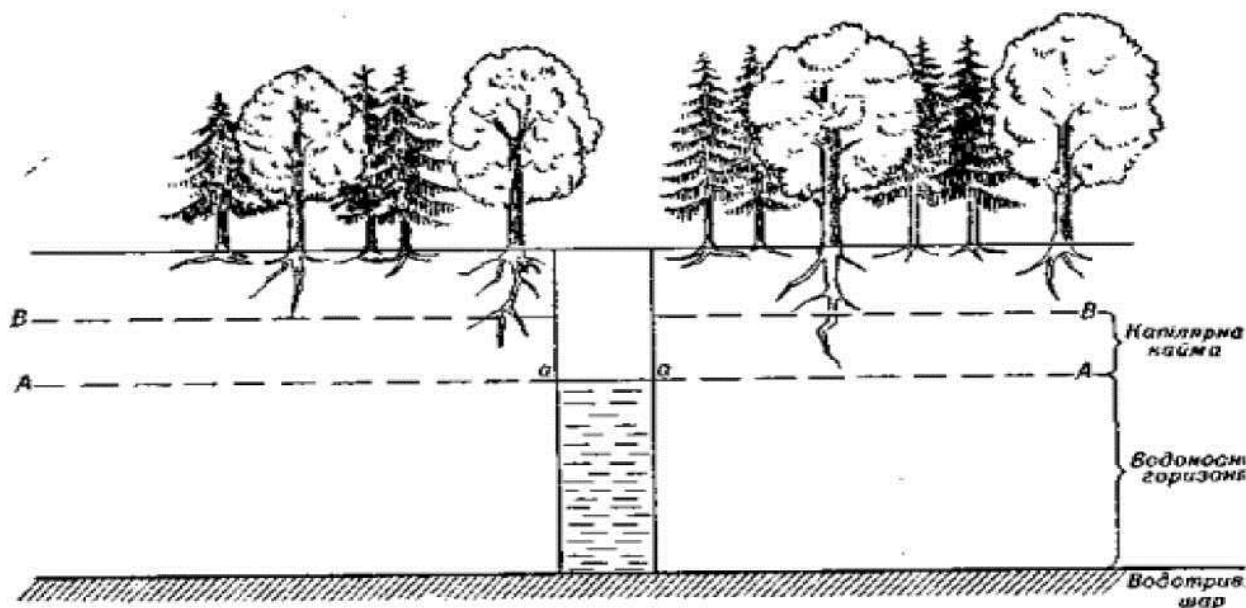


Рисунок 1.3 - Капілярна вода в ґрунті

Вода кутів пор заповнює найменші проміжки між частками ґрунту. Вона характерна для слабонасичених ґрунтів, де води не вистачає для повного заповнення капілярної пористості.

Найбільш розповсюджена *власне капілярна вода*, яка розміщується вище рівня ґрунтових чи підземних вод і має безпосередній зв'язок із водою водоносного горизонту.

Підвішена капілярна вода пов'язана із зоною аерації, формування її обумовлено надмірним випадінням атмосферних опадів або значними поливами (в умовах зрошення сільськогосподарських угідь). Цей вид капілярної води відрізняється значною рухомістю при перевазі процесів випаровування. Ця вода переміщується у верхню частину розрізу аж до повного зникнення, навпаки, відсутність випаровування сприяє поповненню нею водоносного горизонту.

Утворення *осмотичної води* обумовлене переміщенням молекул води в поровому розчині ґрунтів за рахунок осмотичних сил у напрямку ділянок із підвищеною концентрацією розчину. Унаслідок цього поблизу глинистих часток формується осмотична вода, яка може бути віднесена

до слабозв'язаної (з енергією зв'язку нижче 0,4 кДж/моль). Температура її замерзання $-1,5^{\circ}\text{C}$, щільність наближається до щільності вільної води.

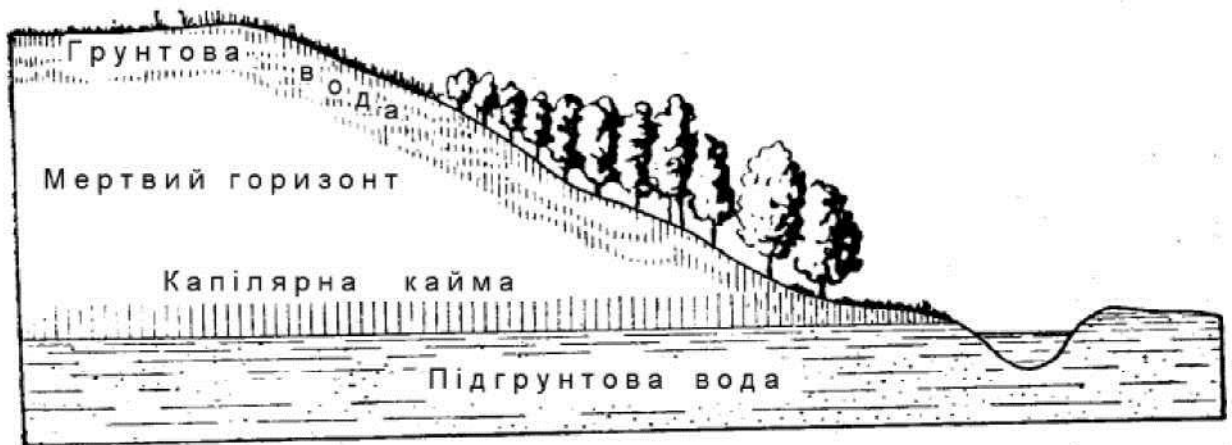


Рисунок 1.4 - Грунтова та підгрунтова вода

Вільна вода складається з двох видів - іммобілізованої та гравітаційної.

Іммобілізована вода міститься в замкнених порах і не має можливості переміщуватись.

Вільна (гравітаційна) вода заповнює порову систему ґрунту при повному водонасиченні. Вона складає основну масу води, що рухається в складі ґрунтових потоків. Поряд із цією водою в ґрунтах зони аерації на певному ступені зволоження з'являється вода, яка має здатність вибірково рухатись по порах і тріщинах, тобто просочуватись крізь ґрунтову товщу. Вона одержала назву - **вода, що просочується**.

Вільна (гравітаційна) вода рухається під впливом сили тяжіння, характеризується різною мінералізацією, хімічним складом та фізичними властивостями.

Максимально можливий вміст у ґрунті всіх видів зв'язаної та вільної води при повному насиченні пор ґрунту водою називають **повною вологоємністю ґрунту** (W_0). А кількість води, що вміщується в порах і тріщинках ґрунтів у природному стані, носить назву **природної вологості** (W). Вологість ґрунту визначається шляхом висушування зразків ґрунту до постійної маси при температурі 105-107⁰С.

Відношення маси води, видаленої зі зразку ґрунту висушуванням до маси висушеного ґрунту є **абсолютною** або **ваговою вологістю ґрунту**. Але вологість можна виразити також по відношенню до об'єму ґрунту, таке відношення буде **об'ємною вологістю**. Зв'язок між об'ємною й ваговою вологістю може бути виражений через залежність:

$$W_{об.} = \rho_d \times W \quad (1.1)$$

де $W_{об.}$ – об'ємна вологість;

W – вагова вологість;

ρ_d – щільність скелету ґрунту.

Важливою характеристикою природного стану ґрунту є **відносна вологість або ступінь вологості ґрунту**, яка являє собою відношення об'ємної вологості до об'єму пор, або природної вологості до повної вологоємності:

$$S_r = W_{об.} / n = W / W_0 \quad (1.2)$$

де n – пористість;

W – природна вологість;

W_0 – повна вологоємність ґрунту.

Значення S_r змінюються від 0 до 1, причому в цьому діапазоні виділяють кілька градацій, що характеризують ступінь заповнення пор ґрунту водою:

- слабовологі - ($0 < S_r < 0,5$),
- вологі - ($0,5 < S_r < 0,8$),
- насичені водою - ($0,8 < S_r < 1$).

Різні категорії, види й різновиди води суттєво впливають на властивості ґрунтів, особливо глинистих (у тому числі лесових). Загальною закономірністю є зниження їх деформаційних і міцностних характеристик при підвищенні вмісту води в поровій чи трищінуватій системах ґрунту.

1.2 Водопроникність ґрунтів

Проникність - це здатність ґрунтів пропускати через себе рідину чи газ. Здатність ґрунтів пропускати через себе воду називають **водопроникністю**, а рух води під дією різниці напорів у ґрунтах має назву **фільтрації**.

В піщаних і глинистих ґрунтах фільтрація йде згідно закону Дарсі:

$$v = k (\Delta H / l) = kI, \quad (1.3)$$

де v - швидкість фільтрації;

k - коефіцієнт пропорціональності, якій називають коефіцієнтом фільтрації;

I - гідравлічний градієнт, що дорівнює відношенню різниці напорів ΔH до довжини шляху фільтрації l .

Значення величини k залежить від багатьох факторів, серед яких одним з важливих є літологічний склад порід.

Швидкість фільтрації (v) являє собою умовну величину, віднесену до загального перерізу потоку, а **дійсна (істинна) швидкість**

(v_d) руху води в порах і тріщинах описується формулою:

$$v_d = v / n_a \quad , \quad (1.4)$$

де n_a - активна пористість.

Активна пористість n_a дорівнює величині загальної пористості в піщаних і грубоуламкових ґрунтах, в глинистих ґрунтах вона значно менша загальної пористості в зв'язку із заповненням частини (а іноді всієї системи) пор ґрунту зв'язаною водою.

Закон Дарсі є справедливим для більшості піщаних та глинистих ґрунтів, але для тріщинуватих скельних і крупноуламкових різновидів, де режим фільтрації переходить в турбулентний, швидкість фільтрації визначають за формулою А.А. Краснопольського:

$$v = k_k \sqrt{I} \quad , \quad (1.5)$$

де k_k - коефіцієнт, що визначається дослідним шляхом.

У глинистих ґрунтах фільтрація починається лише після того, як буде подоланий деякий критичний градієнт, який отримав назву **початкового градієнту фільтрації (I_n)**.

Основною причиною наявності в глинистих ґрунтах початкового градієнту фільтрації є присутність зв'язаної води, що оточує глинисті частки і зменшує переріз пор ґрунту. В зв'язку з цим фільтрація починається тоді, коли фільтраційний потік зсуває частину зв'язаної води і його градієнт перевищує початковий градієнт. Величина останнього для монтморилонітових глин може досягати 70, найбільш низькі початкові градієнти в каолінітових глинах - це долі і перші одиниці. Проміжне положення за значенням початкового градієнту фільтрації займають гідрослюдисті глини -15-25.

Фільтраційні властивості ґрунтів обумовлюються великою кількістю факторів, серед яких є склад та структурно - текстурні особливості ґрунту, мінералізація і властивості води, що фільтрується, а також істотній вплив, мають градієнти, температура, тиск та інші умови фільтрації.

Особливе значення має геометрія порового простору, характер зв'язку пор у дисперсних ґрунтах, розкриття тріщин у скельних ґрунтах і властивості рідини, що фільтрується через ґрунт. В зв'язку з цим, водопроникність тісно пов'язана зі складом і розміром часток, що складають ґрунт. Найбільш водопроникними є уламкові ґрунти (крупноуламкові та піщані), найменш - глинисті ґрунти, серед яких монтморилонітові глини характеризуються найменшими значеннями

коефіцієнта фільтрації - від 1×10^{-6} до 1×10^{-8} м/доб.

Властивості рідини (хімічний склад і концентрація розчину) мають особливе значення при фільтрації в глинистих ґрунтах. Численними дослідженнями встановлено, що водопроникність глин при фільтрації прісної води менша, ніж при фільтрації розчинів. Пояснюється це тим, що до складу розчину води входять катіони (особливо високовалентні), які при взаємодії з глинистими частками зменшують товщину шару зв'язаної води на їх поверхні. Як наслідок, розкривається частина пористої системи ґрунту, що раніше була заповнена зв'язаною водою. Навпаки, присутність у розчинах одновалентних катіонів (Na^+ , K^+) призводить до зниження водопроникності. Це пояснюється тим, що ці катіони сприяють, з одного боку, диспергації ґрунту, з іншого - підвищують гідрофільність глинистого ґрунту, що призводить до зростання товщини плівки зв'язаної води на поверхні глинистих часток.

Важливий вплив на водопроникність справляють текстурні особливості ґрунтів, зокрема, шаруватість. У залежності від характеру чередування в розрізі верств з різними фільтраційними властивостями буде формуватись напрямок фільтраційного потоку (горизонтальний або вертикальний), інтенсивність процесу підйому рівнів ґрунтових вод на забудованих територіях тощо. Затиснене повітря суттєво зменшує фільтраційні здатності ґрунтів. Пухирці затисненого повітря в скелеті ґрунту частково або повністю перекривають пори і перешкоджають просуванню потоку води.

Температура ґрунтової товщі, впливаючи на в'язкість води, обумовлює й інтенсивність фільтрації. Зростання температури підвищує її інтенсивність, зниження, навпаки, зменшує водопроникність ґрунту. Зростання тиску в основах будинків та споруд викликає ущільнення ґрунтової товщі, і, як наслідок, зниження водопроникності в зв'язку із закриттям частини пор.

Знання про особливості водопроникності ґрунтів, які використовуються як основа для будівництва, важливі для оцінки існуючих умов, а також для прогнозу поведінки ґрунтів в умовах експлуатації споруд.

1.3 Рух води з насиченою вологою ґрунту (фільтрація)

Якщо ґрунт повністю насичений вологою, то матричний тиск, P_m , дорівнює 0, осмотичне, P , як уже вказувалося, практично не робить істотного впливу на формування потоку води у звичайних ґрунтах,

тобто діючою величиною переносу води із крапки 1 у крапку 2 буде градієнт гравітаційного й пневматичного тисків:

$$i = k_s \frac{((P_g+P_a)_1-(P_g+P_a)_2)}{l} = k_s \frac{(\Delta P_{g1}+\Delta P_{a2})}{l} \quad (1.6)$$

де $(P_{g1}+P_{a1})$ – сума гравітаційного й пневматичного тисків вологи в крапці 1, $(P_{g2}+P_{a2})$ – теж у крапці 2,

P_g – перепад гравітаційного тиску,

P_a - перепад пневматичного тиску,

l – відстань між цими крапками,

$\Delta P_g/l$ – гідравлічний градієнт (без обліку зміни пневматичного тиску),

K_s – коефіцієнт фільтрації або насичена гідравлічна провідність.

Зручніше за все величини зазначених тисків виражати в см водн.ст, величину l - у см. Тоді розмірність потоку води в ґрунті, i , збігається з розмірністю коефіцієнта фільтрації - мм/доб, см/год, мм/хв й ін.

В експериментах по руху вологи, переносу розчинених речовин й ін. звичайно спостерігають кількість розчину, що профільтрувався через стовпчик, за певний проміжок часу. Із цих експериментів легко можна розрахувати насичену гідравлічну провідність, якщо згадати, що потік води, це кількість води, що профільтрувалася в одиницю часу, через одиницю площі:

$$i = Q / (s \times \tau) , \quad (1.7)$$

де Q - кількість води, що профільтрувалася, см³ ,

s - площа перетину ґрунту, через яку відбувається фільтрація, см²,

τ - час, с. Тоді i , - потік вологи, у см/с.

2 Практична частина

Приклад 1. Розрахувати потік води в насиченому ґрунті на глибині 1 м. Насичена гідравлічна провідність, K_s - 0,57 см/год.

Рішення. Різниця пневматичних тисків на поверхні й на глибині 1м невелика, і в цьому випадку нею можна зневажити, тобто $\Delta P_a = 0$. Гравітаційний тиск на глибині 1 м складе для умов завдання $P_g = -100$ см (зі знаком мінус, тому що поверхня ґрунту приймається за нульовий рівень), а перепад тисків: $\Delta P_g = 0 - (-100) = 100$ см. Тоді потік води i , буде дорівнювати

$$i = \frac{0,57 \times 100}{100} = 0,57 \text{ (см/год)}.$$

У ґрунтознавстві нерідкі завдання по внутріґрунтовій фільтрації вологи уздовж схилу. У цьому випадку для природних умов також зневажають перепадом пневматичного тиску. За перепад гравітаційного тиску приймають різницю висот розглянутих крапок, а за l - довжину фільтраційного шляху.

Приклад 2. Розрахувати внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік з піднесення висотою 5 м і довжиною схилу 15 м при K_s - 0,021 м/доб.

Рішення. P_{gr} для зазначених умов дорівнює 500 см, 1-1500 см. Використовуючи формулу Дарсі розраховуємо потік:

$$i = \frac{0,021 \times 500}{1500} = 0,007 \text{ [м/доб]}.$$

В експериментах по руху вологи, переносу розчинених речовин й ін. звичайно спостерігають кількість розчину, що профільтрувався через стовпчик, за певний проміжок часу. Із цих експериментів легко можна розрахувати насичену гідравлічну провідність, якщо згадати, що потік води, це кількість води, що профільтрувалася в одиницю часу, через одиницю площі:

$$i = Q / (s \times \tau) ,$$

де Q - кількість води, що профільтрувалася, см^3 ,

s - площа перетину ґрунту, через яку відбувається фільтрація, см^2

t - час, с. Тоді i , - потік вологи, у см/с .

Приклад 3. Фільтраційний стовпчик із площею 40 см^2 розташовано вертикально. Потік вологи в ньому стаціонарний, тобто постійний у часі, і за 1 годину збирають 20 мл фільтрату. Розрахувати K_s .

Рішення. Розрахуємо потік води в стовпчику:

$$i = Q / (s \times \tau) = 20 / (40 \times 1) = 0,5 \text{ [см/год]} .$$

У даних умовах гідравлічний градієнт $\Delta P_g / \Delta l = i$, а отже, $K_s = 0,5 \text{ см/год}$.

Завдання для виконання практичної роботи

I частина.

Варіант 1. Розрахувати потік води в насиченому ґрунті на глибині 1 м. Насичена гідравлічна провідність, $K_s = 0,76 \text{ см/год}$.

Варіант 2. Розрахувати потік води в насиченому ґрунті на глибині 1,2 м. Насичена гідравлічна провідність, $K_s = 0,71 \text{ см/год}$.

Варіант 3. Розрахувати потік води в насиченому ґрунті на глибині 1,1 м. Насичена гідравлічна провідність, $K_s = 0,68 \text{ см/год}$.

II частина.

Варіант 4. Розрахувати внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік з піднесення висотою 6 м і довжиною схилу 18 м при $K_s = 0,024 \text{ м/доб}$.

Варіант 5. Розрахувати внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік з піднесення висотою 5 м і довжиною схилу 16 м при $K_s = 0,022 \text{ м/доб}$.

Варіант 6. Розрахувати внутріґрунтовий горизонтальний фільтраційний стік з піднесення висотою 5,8 м і довжиною схилу 17 м при $K_s = 0,026 \text{ м/доб}$.

III частина.

Варіант 7. Фільтраційний стовпчик із площею 60 см^2 розташовано вертикально. Потік вологи в ньому стаціонарний, тобто постійний у часі, і за 1 годину збирають 30 мл фільтрату. Розрахувати потік вологи.

Варіант 8. Фільтраційний стовпчик із площею 64 см^2 розташовано вертикально. Потік вологи в ньому стаціонарний, тобто постійний у часі, і за 1 годину збирають 36 мл фільтрату. Розрахувати потік вологи та K_s .

Варіант 9. Фільтраційний стовпчик із площею 55 см^2 розташовано вертикально. Потік вологи в ньому стаціонарний, тобто постійний у часі, і за 1 годину збирають 28 мл фільтрату. Розрахувати потік вологи та K_s .

Питання для самоконтролю

1. Розкажіть про класифікацію видів води в ґрунті.
2. Дайте тлумачення термінів «водопроникненість», «фільтрація».
3. Які чинники впливають на рух води в ґрунті?
4. Скільки розрізняють видів категорії зв'язаної води?
5. Що таке вільна вода і як вона поділяється?

Список літератури

1. Гуцал А.І. Конспект лекцій з Ґрунтознавства. ОДЕКУ, Одеса, 2004.
2. Польовий А.М., Гуцал А.І., Дронова О.О. Ґрунтознавство: підручник. МОН України, Одес.держ.еколог.ун-т. Одеса, Екологія, 2013. 668 с.
3. Тихоненко Д.Г., Дегтярьов В.В., Величко Л.Л. Практикум з ґрунтознавства: навчальний посібник. Вінниця : Нова книга, 2008. 448 с.
4. Назренко І. І. Ґрунтознавство. / І. І. Назренко, С. М. Польчина, В.А.Нікорич. Київ : Вища школа, 2003. 399 с.