

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Збірник методичних вказівок
з дисципліни **"Грунтознавство"**
до виконання лабораторних робіт
студентами II курсу екологічного факультету
та студентами III курсу метеорологічного факультету

Одеса - 2002

Передмова

Учбовим планом з ґрунтознавства для студентів екологічного університету передбачено низку лабораторно-практичних робіт, виконання яких сприятиме кращому засвоєнню теоретичного курсу. На заняттях студенти опановують методами визначення важливих властивостей ґрунту. Знання цих методів допоможе грамотно підходити до вирішення задач підвищення родючості ґрунту.

При виконанні лабораторних робіт студент повинен, користуючись методичними вказівками в умовах лабораторії ґрунтознавства під керівництвом викладача; повинен вміти виконувати певну роботу, зробити аналіз результатів та оформити їх у вигляді протоколу, який потрібно захистити.

При захисті студент повинен знати – що він виконував, яке значення для характеристики властивостей ґрунту мають одержані результати, від чого вони залежать.

Розділ 1. Визначення форм води в ґрунті. Гігроскопічна вологість

Показник, що характеризує вміст у ґрунті води в даний момент, називається *вологістю* ґрунту. Для більшості аналізів у лабораторії ґрунт просушують до повітряно-сухого стану. Такий ґрунт завжди містить деяку кількість води, яка називається гігроскопічною. Це зв'язано з тим, що ґрунт має здатність адсорбувати пароподібну вологу з повітря і міцно утримувати її на поверхні своїх часток.

Найбільшу кількість гігроскопічної води ґрунт містить при повному насиченні повітря водяною парою. Ця кількість гігроскопічної води називається *максимальною гігроскопічною вологістю*.

Гігроскопічна і максимальна гігроскопічна вологість виражаються у відсотках від маси сухого ґрунту. Величина гігроскопічної вологості використовується в аналітичній практиці для обчислення сухої маси ґрунту, чи коефіцієнта перерахування результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту на сухий.

Знання величини максимальної гігроскопічної вологості дозволяє обчислити вологість в'янення рослин і підрахувати запаси доступної (продуктивної) і недоступної води в ґрунті. Залежно від властивостей ґрунтів, виду рослин відношення вологості в'янення (V_3) до максимальної гігроскопічної (МГ) складає 1,2 – 2,5 (коефіцієнт в'янення). У середньому при обчисленні вологості в'янення коефіцієнт в'янення приймається рівним 1,5 (за М. А. Качинським). Звідси $V_3 = 1,5 \text{ МГ}$.

1.1 Визначення гігроскопічної вологості

Скляний стаканчик із притертою кришкою (бюкс) просушують до постійної маси в сушильній шафі при температурі 100 – 105⁰С, прохолоджують у ексикаторі із СаС1₂ на дні і зважують на аналітичних терезах. У цьому стаканчику відважують на аналітичних терезах 5г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм.

Ґрунт у стаканчику (кришку відкрити) сушать у сушильній шафі 5 годин, після чого стаканчик закривають кришкою, охолоджують у ексикаторі із СаС1₂ на дні і зважують. Потім просушують знову протягом 2 годин. Якщо маса стаканчика з ґрунтом після другого сушіння залишилася постійною, то просушування закінчують. Допустима розбіжність у масі не повинна перевищувати 0,003 г.

Гігроскопічну вологість (W) обчислюють за формулою:

$$W = \frac{a \cdot 100}{b} \% \quad (1)$$

де *a* - маса води, що випарувалася (г);

b - маса сухого ґрунту (г).

Коефіцієнт перерахування результатів аналізу повітряно-сухого ґрунту на сухий обчислюють за формулою:

$$K_{H_2O} = \frac{100 + W}{100} \quad (2)$$

1.2 Визначення максимальної гігроскопічної вологості методом А. В. Ніколаєва

У висушений і зважений на аналітичних терезах скляний стаканчик (діаметром близько 5 см і висотою 3 см) відважують 10 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм.

Відкриті стаканчики з ґрунтом (визначення ведуть у дворазовій повторності) ставлять у ексикатор, на дно якого наливають насичений розчин сірчаноокислого калію* (* Для приготування 100 мл розчину потрібно 11—15 г К₂SO₄. Насичений розчин цієї солі створює відносну вологість повітря в ексикаторі 98—99%). Ексикатор щільно закривають кришкою і ставлять у темне місце з можливо меншими коливаннями температури.

Через 3 – 4 дні стаканчики виймають з ексикатора, закривають кришками, зважують і знову ставлять у ексикатор.

Наступні зважування проводять через кожні 2—3 дні доти, поки два останніх зважування будуть відрізнятись не більше, ніж на тисячні частки

грама.

По досягненні максимального насичення ґрунту пароподібною вологою стаканчики з ґрунтом сушать у сушильній шафі при температурі 100—105° С до постійної маси.

Максимальну гігроскопічну вологість ґрунту обчислюють за формулою:

$$W = \frac{a \cdot 100}{b} \% \quad (3)$$

Розділ 2 Методи вивчення фізичних властивостей ґрунту

2.1 Визначення польової вологості ґрунту ваговим методом

У полі проби для визначення вологості ґрунту беруть буром з шпари чи ножем зі стінки розрізу. Зразки відбирають з окремих горизонтів ґрунту. З орного беруть одну пробу на всю потужність горизонтів (наприклад, 0 - 20 см) чи декілька проб з різних його шарів (0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 см). З інших горизонтів проби ґрунту для визначення вологості беруть через 10 см (якщо горизонт ґрунту меншої потужності, то на всю його глибину) чи більше. Якщо треба взяти одну пробу з великого за потужністю горизонту (50 см), то її відбирають із середини його чи по декілька грамів із середньої, верхньої і нижньої частин.

Алюмінієвий стаканчик зважують на технохімічних терезах з точністю до 0.01 г. Наповнюють $\frac{1}{3}$ частини його ґрунтом, закривають кришкою і знов зважують на технохімічних терезах. Потім ставлять у сушильну шафу при температурі 100—105° С і сушать до постійної маси. Кришку треба зняти і поставити під стаканчик. Після просушування закритий стаканчик охолоджують в ексикаторі із CaCl_2 на дні і зважують.

Польову вологість ґрунту розраховують по формулі:

$$W = \frac{a \cdot 100}{b} \% \quad (4)$$

де W - польова вологість (%);

a - маса води, що випарувалась, (г);

b - маса сухого ґрунту (г).

Коефіцієнт перерахування результатів аналізу вологого ґрунту на сухий обчислюють за формулою:

$$K_{H_2O} = \frac{100 + W}{100} \quad (5)$$

Для обчислення маси сухого ґрунту (m_c) по масі вологого ґрунту (m_B) і вологості (W) використовується формула:

$$m_c = \frac{m_B \cdot 100}{100 + W} \quad (6)$$

2.2 Механічний склад ґрунту

Тверда фаза ґрунту складається з часток різної величини, що називаються механічними елементами чи гранулами.

У таблиці 2.2.1 наводиться класифікація механічних елементів ґрунту М. А. Качинського.

Таблиця 2.2.1 – Класифікація механічних елементів ґрунту за величиною

Назва механічних елементів	Розмір механічних елементів (у мм)
Камені	Більше 3
Гравій	3—1
Пісок крупний	1—0,5
» середній	0,5—0,25
» дрібний	0,25—0,05
Пил крупний	0,05—0,01
» середній	0,01—0,005
» дрібний	0,005—0,001
Мул грубий	0,001—0,0005
» тонкий	0,0005—0,0001
Колоїди	Менше 0,0001

Суму всіх механічних елементів ґрунту розміром менше 0,01 мм називають фізичною глиною, а більше 0,01 мм – фізичним піском. Крім того, виділяють мілкозем, до якого входять частки менше 1 мм, а також ґрунтовий кістяк— частки більше 1 мм.

Окремі групи механічних елементів по-різному впливають на властивості ґрунту. Це пояснюється неоднаковим їх мінералогічним і хімічним складом і різними фізичними і фізико-хімічними властивостями.

Відносний вміст у ґрунті чи породі механічних елементів називається механічним складом, а кількісне визначення їх — механічним аналізом.

2.3 Класифікація ґрунтів за механічним складом

Усі ґрунти і породи за механічним складом можна об'єднати в декілька груп з характерними для них фізичними і хімічними властивостями.

Одну з перших наукових класифікацій ґрунтів за механічним складом дав проф. Н. М. Сібірцев. Вона заснована на співвідношенні фізичної глини до фізичного піску.

В даний час широко поширена класифікація проф. М. А. Качинського. У цій класифікації (табл. 2.2.1), крім підрозділів ґрунтів у залежності від вмісту фізичної глини і фізичного піску, введено поняття переважних фракцій. Таких фракцій виділено п'ять; гравелиста (3–1 мм), піщана (1–0,05 мм), крупнопиловата (0,05– 0,01 мм), пиловата (0,01– 0,001 мм) і мулиста (< 0,001 мм).

У залежності від того, яка фракція переважає, до основного найменування ґрунту, зазначеного в таблиці 2.3.2, додають назву цієї фракції. Наприклад, дерново-підзолистий ґрунт містить фізичної глини 28,1%, піску (1–0,05 мм) 37,0, крупного пилу 34,9, середнього і дрібного пилу 16,0 і мулу 12,1 %.

У цьому ґрунті першою переважаючою фракцією буде пісок, на другому місці-крупний пил, на третьому дрібний пил і мул. Цей ґрунт за механічним складом повинен називатися суглинком легким крупнопиловато-піщаним.

При орієнтованому і більш короткому визначенні механічного складу звичайно виділяється одна будь-яка фракція. Так, усі категорії суглинків підрозділяють на пиловаті і піщані, в залежності від переваг фракцій піску (1–0,05 мм) чи великого пилу (0,05—0,01 мм). Супісі поділяють на пиловаті, піщані і гравелисті, на грубозернисті, середньозернисті і дрібнозернисті.

Ступінь кам'янисті ґрунту залежить від змісту механічних елементів розміром більше 3 мм (табл. 2.3.2).

Таблиця 2.3.2 – Класифікація ґрунтів за кам'янистістю

Зміст часток >3 мм (у % маси ґрунту)	Ступінь кам'янистості ґрунту	Тип кам'янистості
<0,5	Некам'яниста	Встановлюється за характером кістякової частини
0,5—5,0	Слабокам'яниста	Ґрунти можуть бути валунні, галечникові, щебенчасті
5,0–10,0	Середньокам'яниста	
>10,0	Сильнокам'яниста	

Таблиця 2.3.1 – Класифікація ґрунтів за механічним складом

Назва ґрунту	Зміст фізичної глини (часток <0,01 мм) (у %)			Зміст фізичного піску (часток >0.01 мм) (у %)		
	ґрунту					
	підзолистого типу ґрунтоутворення (не насичені основами)	степоного типу ґрунтоутворення (червоноземи і жовтоземи)	солонці і сильносолонцюваті	підзолистого типу ґрунтоутворення (не насичені основами)	степоного типу ґрунтоутворення (червоноземи і жовтоземи)	солонці і сильносолонцюваті
Пісок пухкий	0–5	0–5	0–5	100–95	100–95	100–95
» зв'язний	5–10	5–10	5–10	95–90	95–90	95–90
Супісь	10–20	10–20	10–15	90–80	90–80	90–85
Суглинок легкий	20–30	20–30	15–20	80–70	80–70	85–80
» середній	30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70
» важкий	40–50	45–60	30–40	60–50	55–40	70–60
Глина легка	50–65	60–75	40–50	50–35	40–25	60–50
» середня	65–80	75–85	50–65	35–20	25–15	50–35
» важка	>80	>85	>65	<20	<15	<35

2.4 Діагностика ґрунтів за механічним складом

В польових умовах і в лабораторії механічний склад ґрунтів приблизно визначають за зовнішніми ознаками і на дотик. Для точного його встановлення застосовують лабораторні методи, що дозволяють знаходити кількість усіх груп механічних елементів, які складають ґрунт чи породу. За змістом їх, користуючись розглянутою вище класифікацією, можна вже безпомилково віднести досліджуваний ґрунт чи породу до тієї чи іншої групи механічного складу.

Усі групи механічного складу ґрунтів і порід (пісок, супісь, суглинок піщанистий, суглинок пилюватий і т.д.) можна розрізняти за рядом ознак. Знаючи ці ознаки і маючи відповідну навичку, можна швидко і з достатньою точністю визначати механічний склад у польових умовах.

Сухий метод. Суху грудочку чи щіпку мілкозему ґрунту випробують на дотик, кладуть на долоню і ретельно розтирають пальцями. При необхідності щільні агрегати роздавлюють у ступці.

Механічний склад ґрунту чи породи визначається по відчуттю при розтиранні, стану сухого ґрунту, по кількості піску таким чином (табл.2.4.1).

Таблиця 2.4.1 – Органолептичні ознаки механічного складу ґрунту

Механічний склад	Стан сухого зразка	Відчуття при розтиранні сухого зразка
Пісок	Сипучий	Складається майже винятково з піску
Супісь	Грудочки слабкі, легко роздавлюються	Переважають піщані частки. Дрібні частки є домішкою
Легкий піщанистий суглинок	Грудочки руйнуються з невеликим зусиллям	Переважають піщані частки. Глинистих часток 20—30%
Середній піщанистий суглинок	Структурні окремість руйнуються з зусиллями, намічається незграбність їхньої форми	Піщані частки ще добре помітні. Глинистих часток приблизно половина
Важкий піщанистий суглинок	Агрегати щільні, кутасті	Піщаних часток майже немає. Переважають глинисті частки
Глина	Агрегати дуже щільні, кутасті	Тонка однорідна маса, піщаних часток немає

Мокрий метод. Зразок розтертого ґрунту зволожують і перемішують до тістоподібного стану, при якому ґрунти мають найбільшу пластичність.

При визначенні механічного складу карбонатних ґрунтів і порід застосовують замість води 10%-ну HCl з метою руйнування водотривких агрегатів. З підготовленого ґрунту на долоні скочують кульку і пробують розкотати її в шнур товщиною близько 3 мм, потім згорнути в кільце діаметром 2—3 см. В залежності від механічного складу ґрунту чи породи показники «мокрого» способу будуть різні.

Пісок не утворить ні кульки, ні шнура. Супісь утворить кульку, яку розкотати в шнур не вдається. Виходять тільки зачатки шнуру. Легкий суглинок розкочується в шнур, але останній дуже неміцний, легко розпадається на частини при розкочуванні чи при взятті з долоні. Середній суглинок утворить безперервний шнур, який можна згорнути в кільце. Кільце з тріщинами і переломами. Важкий суглинок легко розкочується в шнур. Кільце з тріщинами. Глина утворить довгий тонкий шнур, кільце без тріщин.

Необхідно бути уважним при визначенні механічного складу пилуватих суглинків і супісів. При розтиранні вони дають відчуття борошністості через велику кількість великого пилу (>40%), при цьому пісок не відчувається чи його дуже мало. Розрізняють ці різновиди за сухим методом таким чином.

Пилуваті супісі і легкі пилуваті суглинки утворюють неміцні грудочки, що при роздавлюванні пальцями легко розпадаються. При розтиранні супісі роблять шарудливий звук і зсипаються з руки. При розтиранні легких суглинків відчувається ясно помітна шорсткість, глинисті частки втираються в шкіру. Середні пилуваті суглинки також дають відчуття борошністості, але роблять відчуття тонкого борошна зі слабо помітною шорсткістю. Грудки середніх суглинків роздавлюються з деяким зусиллям. Важкі пилуваті суглинки в сухому стані із зусиллям піддаються роздавлюванню, утворюють добре виражені структурні окремість з гострими ребрами, дають відчуття багнистого борошна при розтиранні. Шорсткість не відчувається.

Результати визначення механічного складу ґрунтів чи порід у коробкових зразках польовими методами записують за такою формою (табл.2.4.2 – 2.4.3).

Таблиця 2.4.2 – Діагностика механічного складу ґрунтів та порід сухим методом

№ зразка	Діагностичні ознаки				Назва ґрунту, породи по механічним складом
	Вираженість структури	Зв'язність	Наявність піщаних часток	Наявність пілуватих часток і мулистої фракції	

Таблиця 2.4.3 – Діагностика механічного складу ґрунтів та порід мокрим методом

№ зразка	Діагностичні ознаки			Назва ґрунту, породи за механічним складом
	Скатування кульки	Створення шнуру	Деформація шнуру	

2.5 Механічний аналіз

При механічному аналізі ґрунтовий кістяк (>1 мм) розділяють на ситах, а мілкозем (<1мм) —у різних методах по-різному (відмулювання, аерометричний метод, метод піпетки). В Україні широко застосовується метод піпетки у варіанті М. А. Качинського.

Механічні елементи, особливо суглинних і глинистих ґрунтів, знаходяться в агрегатованому стані. Щоб визначити механічний склад ґрунту, необхідно зруйнувати агрегати і перевести всі механічні елементи в окремо частковий стан. Це здійснюється хімічним і механічним впливом на ґрунт при підготовці до механічного аналізу.

Хімічний вплив полягає в тому, що в ґрунті поглинені двовалентні катіони (кальцій і магній) заміщаються одновалентними. Це призводить до диспергування ґрунту, що ще збільшується при кип'ятінні з водою.

Наважку мілкозему (<1 мм) після хімічної обробки і кип'ятіння пропускають через сито з отворами 0,25 мм. Частки, що залишилися на ситі, висушують, зважують і визначають їхній вміст. Механічні елементи, що пройшли через сито з отворами 0,25 мм, збирають у циліндр у вигляді суспензії. З неї піпеткою беруть проби, на підставі яких розраховують вміст механічних елементів менше 0,25 мм.

Принцип методу піпетки заснований на залежності, що існує між швидкостями падіння часток і їхнім розміром. Якщо скаламутити суспензію і залишити її в спокійному стані, то поступово скаламучені частки осядуть. Швидше будуть осідати більш великі за розміром механічні елементи, як більш важкі* (* Це положення умовне, тому що щільність часток різного і навіть того самого розміру буває неоднаковою, що передбачається неоднорідністю хімічного складу механічних елементів і різною кількістю гідратаційної води на їхній поверхні).

Швидкість падіння різних за розміром часток розраховують за формулою Стокса:

$$V = \frac{2}{9} r^2 \left(\frac{d_1 - d_2}{\eta} g \right) \quad (7)$$

де V – швидкість падіння частки (см/с);

r – радіус падаючої частки кулястої форми (см);

d_1 – щільність падаючої частки;

d_2 – щільність рідини, у якій осідає частка;

g – прискорення сили ваги при вільному падінні тіла;

η – в'язкість рідини.

Знаючи, з якою швидкістю осаджуються механічні елементи різного діаметра, можна брати проби ґрунтової суспензії з визначеної глибини (по закінченні різних термінів після взмучування) і визначити вміст механічних елементів.

Підготовка ґрунту і хід механічного аналізу методом М. А. Качинського

1. З повітряно-сухого ґрунту, просіяного через сито з отворами 1 мм, відважують на аналітичних терезах з точністю до 0,001 г три наважки. Одна служить для підготовки робочої суспензії, друга – для визначення втрати при обробці НС1 і третя – для визначення гігроскопічної вологи. Якщо гігроскопічну вологу уже визначали, то другий раз її встановлювати не треба. Першу і другу наважку беруть по 5 г для суглинних ґрунтів і по 10 г для піщаних і супіщаних * (*Якщо ґрунтову суспензію будуть переносити в літрові мірні циліндри, то наважки відповідно варто брати 10 і 20 г.). Потім їх переносять у порцелянові чашки.

2. Щоб з'ясувати, чи містяться в ґрунті карбонати, на ґрунт у порцелянові чашки наносять трохи крапель 10%-ної НС1. При наявності карбонатів ґрунт буде «скипати» (виділяються пухирці CO_2); при відсутності карбонатів скипання не відбувається.

3. Якщо містяться карбонати, то для їхнього руйнування ґрунт в обох чашках необхідно обробити невеликими порціями 0,2 н НС1 для повного

припинення виділення CO_2 .

Після руйнування карбонатів рідину з чашок зливають на лійки з щільним фільтром і обробляють ґрунт 0,05 н. HCl для витиснення з неї поглинених Ca^{2+} і Mg^{2+} , як зазначено в пункті 4.

Рідину з чашки, у якій визначають втрату при обробці, зливають на лійку з заздалегідь зваженим фільтром. Якщо ж у ґрунті карбонати відсутні, його відразу обробляють 0,05 н. HCl , як зазначено в пункті 4.

4. Наливають у чашки приблизно до половини 0,05 н. HCl , ґрунт взмучують скляною паличкою і суспензію переносять на той же фільтр, на який зливали рідину після руйнування вільних карбонатів. Операцію повторюють 4—5 разів, а потім, взмучений ґрунт із 0,05 н. HCl , переносять з чашок на фільтр.

5. Ґрунт на фільтрах обробляють 0,05 н. HCl до зникнення реакції на кальцій. Для визначення цього моменту набирають в пробірку безпосередньо з-під лійки близько 3 мл фільтрату. Доливають до нього трохи крапель 10%-ного NH_4OH до слабого запаху, підкислюють 10%-ним CH_3COOH , додають 3 мл 4%-ного розчину щавлевокислого амонію $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ і нагрівають суміш до кипіння. При наявності кальцію з'явиться біла каламуть чи осад щавлевокислого кальцію (CaC_2O_4). При відсутності каламуті обробку ґрунту 0,05 н. HCl закінчують.

6. Ґрунт на фільтрах відмивають від HCl дистильованою водою до зникнення реакції на хлор. Для визначення кінця промивання набирають у пробірку з-під лійки 3 – 5 мл фільтрату, підкислюють його 10%-ним HNO_3 і додають трохи крапель 5%-ного AgNO_3 . Відсутність білої каламуті вказує на кінець промивання. При наявності білої каламуті промивання продовжують. Але якщо з лійки почне випливати мутна рідина (через фільтр проходять колоїди ґрунту), то промивання припиняють, навіть якщо хлор до кінця не відмитий.

7. Ґрунт зі зваженим фільтром після обробки HCl і H_2O переносять у зважений сушильний стаканчик і просушують до постійної маси при температурі 105°C . Визначають втрату при обробці ґрунту.

8. Вологий ґрунт із незваженого фільтра поміщають у конічну колбу ємністю 750 мл. При цьому вийнятий з лійки фільтр із ґрунтом розгортають на внутрішній стінці великої лійки, вставленої в колбу зазначеного об'єму. Струмом води з промивалки ґрунт змивають у колбу.

Частина найбільш дрібних часток ґрунту залишається в порах фільтра. Для витягу цих часток фільтр змочують водою і вижимають у порцелянову чашку, мутну рідину з чашки переносять у ту ж колбу через сито з отворами 0,25 мм (сито застосовують, щоб затримати волокна фільтра). Об'єм рідини в колбі доводять дистильованою водою приблизно до 250 мл, додають 0,5 – 3 мл 1 н. NaOH і залишають стояти протягом 2 годин, струшуючи колбу через кожні 15 хвилин* (* Луг додають для диспергування ґрунту, причому кількість його, за М. А. Качинським, залежить від

ємності вбирання (для несолонцюваних ґрунтів) чи від суми вбирання лужноземельних катіонів і визначається наступними зразковими величинами (в мл 1 н. NaOH на 5 г ґрунту); чорноземи типові – 3; чорноземи південні і звичайні – 2,5; каштанові і бурі ґрунти – 2; сірі лісові ґрунти – 1,5; сіроземи – 1; дерново-підзолисті важкі – 0,5 – 1; дерново-підзолисті легкі – 0,25; солонцюваті ґрунти і солонці – 1– 2,5.

9. Після двогодинного відстоювання вставляють у колбу лійку і кип'ятять на помірному полум'ї 1 годину.

10. Прокип'ячену й охолоджену до кімнатної температури суспензію ґрунту пропускають через сито з отворами 0.25 мм, що встановлюють на скляній лійці, вставлену в мірний циліндр на 500 мл. Ґрунт на ситі злегка протирають пальцем і промивають водою з промивалки. Потрібно стежити, щоб води в циліндрі не набралось більше зазначеного об'єму.

11. Залишок із сита (частки розміром 1 – 0,25 мм) змивають у порцелянову чашку, відкляла декантуванням водою переносять кількісно в заздалегідь зважений стаканчик; відстояну воду з нього зливають, залишок випарюють на етернітовій плиті, потім висушують у сушильній шафі при 105° С до постійної маси.

12. Об'єм суспензії в циліндрі доводять дистильованою водою до 500 мл і звідси беруть проби піпеткою для визначення механічних елементів розміром < 0,25 мм.

Проби з циліндра беруть піпеткою на 25 мл з різної глибини для різних груп механічних елементів. Усього беруть чотири проби в такій послідовності:

I проба з глибини 25 см; частки $\leq 0,05$ мм

II проба з глибини 10 см; частки $\leq 0,01$

III проба з глибини 10 см; частки $\leq 0,005$

IV проба з глибини 7 см; частки $\leq 0,001$

У таблиці 2.5.1. приведені терміни, у які беруть проби за М. А. Качинським для ґрунту з щільністю твердої фази 2,60.

При визначенні часу відстоювання треба враховувати щільність твердої фази, що у різних ґрунтів та різних горизонтах буває різною.

У таблиці 2.5.1 ми обмежилися термінами взяття проб тільки для ґрунту з щільністю твердої фази 2,60, приймаючи цю величину за середню для всіх ґрунтів, але треба пам'ятати деяку умовність прийнятого допущення.

Для спостереження за температурою термометр опускають в такий же циліндр із водою, в якому знаходиться ґрунтова суспензія. Проби беруть спеціальною піпеткою, яка закріплена на штативі. Нижній отвір піпетки запаений, замість нього є чотири бокових, що усуває засмоктування рідини знизу. Вище бокових отворів на піпетці є (або наносять самі студенти) мітки на трьох рівнях, на яку треба занурювати піпетку. На верхньо-

му кінці її знаходяться два отвори, що перекриваються краном. Одним вона приєднується до аспіратора, за допомогою якого відбувається всмоктування суспензії з циліндра в піпетку, другий служить для повітря при зливанні рідини з піпетки.

Таблиця 2.5.1 – Строки взяття проб

Діаметр часток (мм)	Глибина занурення піпетки в суспензію (см) для взяття проб	Час відстоювання при різних температурах			
		10°	15°	20°	30°
<0,05	25	149 с	130с	115 с	92 с
<0,01	10	24 хв 52 с	21 хв 45 с	19 хв 14с	15 хв 17с
<0,005	10	1г 39хв 27с	1г 26хв 59с	1г 16хв 55с	1г 01хв 10с
<0,001	7	29 г 00 хв	25 г 22 хв	22 г 26 хв	15 г 50 хв

13. Проби беруть таким чином. Закривають циліндр пробкою і взмучують ґрунтову суспензію десятикратним перегортанням циліндра нагору дном і назад. Варто звертати увагу на те, щоб на дні циліндра не залишилося прилиплих часток ґрунту. Після останнього обороту циліндр ставлять на стіл і відразу відраховують час відстоювання. Якщо застосовується циліндр без пробки, то збовтують його вміст мішалкою швидкими рухами нагору і вниз протягом хвилини.

За хвилину до закінчення терміну відстоювання циліндр ставлять під піпетку (рис. 1) і обережно опускають її на задану глибину. Проби зручно брати піпеткою, удосконаленою А. М. Майсуряном. До опускання піпетки в циліндр кран її встановлюють у нейтральне положення А і відкривають затиск аспіратора.

14. Після відстоювання* (*Засмоктування проб у піпетку варто проводити протягом 20—30 с. Для проби з діаметром часток – < 0,05 мм час, витрачений на її узяття, може позначитися на точності аналізу; тому пробу треба починати брати на 10 секунд раніше і кінчати на 10 с пізніше того часу, що зазначено в табл. 2.5.1. Для часток меншого діаметру таке виправлення не потрібне, висихання, висушують у сушильній шафі при 105° С до постійної маси і зважують на аналітичних вагах) переводять кран піпетки в положення В і набирають у неї суспензію. В момент надходження суспензії в лівий вихід знову переводять кран у нейтральне положення А. Піпетку обережно виймають з циліндра і суспензію з піпетки зливають у заздалегідь зважений стаканчик, для чого переводять кран (проти ходу годинникової стрілки) у положення В. Після набрякання проби кран переводять у положення Г і промивають піпетку невеликою кількістю дистильованої води, спускаючи промивні води в той же стаканчик.

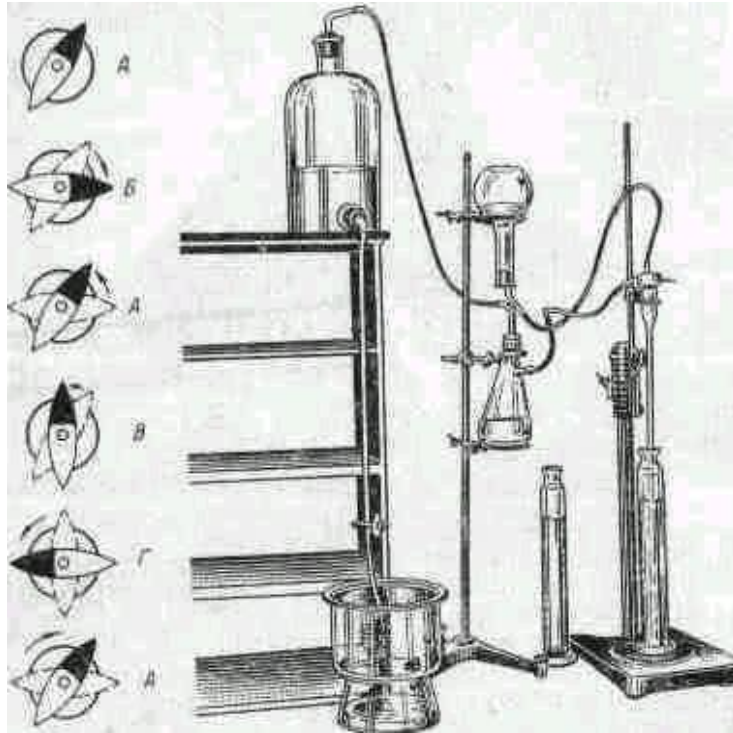


Рис. 1. Прилад для механічного аналізу і схема положень кра-
на при роботі з піпеткою.

15. Узятю пробу випарюють на етернітовій плитці до повного висихання, висушують у сушільній шафі при температурі 105С до постійної маси і зважують на аналітичних терезах.

16. Узавши першу пробу, суспензію в циліндрі знову збовтують і після закінчення визначеного часу беруть другу пробу і т.д. Час відстоювання відраховують після кожного збовтування. Доливати циліндр водою після узяття проб не можна.

Розрахунок результатів механічного аналізу

1. Втрату при обробці (пункт 7) обчислюють за формулою:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a} \quad (8)$$

де x – втрата при обробці (%);

a – маса абсолютно-сухого ґрунту, взятого для визначення втрати при обробці (г);

b – маса сухого ґрунту (г) після обробки її НС1 і Н₂О за винятком маси фільтра.

2. Зміст великого і середнього піску (1 – 0,25 мм) обчислюють за формулою:

$$P = \frac{b \cdot 100 \cdot K_{H_2O}}{a} \quad (9)$$

- де P – кількість великого і середнього піску (%);
 b – маса часток (г), що залишилися на ситі (пункт 11).
 C – наважка повітряно-сухого ґрунту (г), узята для механічного аналізу;
 100 – коефіцієнт перерахування на 100 г ґрунта;
 K_{H_2O} – коефіцієнт перерахування на сухий ґрунт.

3. Наступні фракції механічного складу обчислюють з урахуванням маси узятих піпеткою проб суспензії. Щоб ясніше уявити принцип розрахунку, пропонуємо схему, на якій, зазначено, до складу якої проби входить та чи інша фракція:

$$100\% \left\{ \begin{array}{l} \text{Втрати при обробці ґрунту} \\ \text{НС і Н}_2\text{О} \\ \text{Крупний і середній пісок – 1–0,25 мм –} \\ \text{(залишок на ситі)} \\ \text{Дрібний пісок – 0,25–0,05 мм} \\ \text{Крупний пил – 0,05–0,01 мм} \\ \text{Середній пил – 0,01–0,005 мм} \\ \text{Дрібний пил – 0,005–0,001 мм} \\ \text{Мул < 0,001 мм IV проба} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \} \text{ III проба} \\ \} \text{ II проба} \\ \} \text{ I проба} \end{array} \right.$$

Зі схеми видно, що до складу першої проби входить крупний, середній, дрібний пил і мул, а до другої — усі фракції I проби, за винятком крупного пилу. Тому, знаючи зміст першої і другої проб, можна по різниці обчислити зміст крупного пилу.

У третю пробу входять усі фракції другої проби, за винятком середнього пилу, тому по різниці між другою і третьою проби можна обчислити зміст середнього пилу. По різниці між третьою і четвертою пробами обчислюють кількість дрібного пилу. У четверту пробу входять одні мулисті частки, тому маса її відповідає вмісту мулистої фракції.

Кількість фракцій дрібного піску обчислюють по різниці між сумою усіх фракцій (100%) і сумою середнього піску, першої проби і втратою при обробці.

4. Вміст дрібного піску (0,25 – 0,05 мм) знаходять за формулою:

$$m = 100 - (p + n_1 + x) \quad (10)$$

- де m – кількість дрібного піску (%);
 p – кількість крупного і середнього піску (%);

n_1 – кількість часток першої проби (%);
 x – втрата при обробці ґрунту H_2O (%).

Кількість часток першої проби обчислюють за формулою:

$$n_1 = \frac{K \cdot V \cdot 100 \cdot K_{H_2O}}{V_1 C} \quad (11)$$

де K – маса першої проби (г);
 V – об'єм суспензії в циліндрі (мл);
100 – коефіцієнт перерахування на 100 г ґрунту;
 V_1 – об'єм взятої проби (мл);
 C – наважка ґрунту (г), яка взята для механічного аналізу;
 K_{H_2O} – перерахування на сухий ґрунт.

Так само розраховують кількість часток у відсотках другої, третьої і четвертої проб, підставляючи замість K відповідну масу проб у грамах.

5. Вміст великого пилу (0,05 – 0,01 мм) обчислюють за формулою:

$$n_1 - n_2 = \% \text{ крупного пилу} \quad (12)$$

де n_1 – перша проба (%);
 n_2 – друга проба (%).

6. Вміст середнього пилу (0,01 – 0,005) обчислюють за формулою:

$$n_2 - n_3 = \% \text{ середнього пилу} \quad (13)$$

де n_2 – друга проба (%);
 n_3 – третя проба (%).

7. Вміст дрібного пилу (0,005 – 0,001 мм) обчислюють за формулою:

$$n_3 - n_4 = \% \text{ дрібного пилу} \quad (14)$$

де n_3 – третя проба (%);
 n_4 – четверта проба (%).

8. Вміст мулу (<0,001 мм) дорівнює кількості часток четвертої проби у відсотках.

Розглянемо розрахунок результатів аналізу на конкретному прикладі.

Взято для механічного аналізу 5 г повітряно-сухого ґрунту, K_{H_2O} – 1,02.

В результаті аналізу отримані дані: втрата при обробці 1,4%; маса часток, що залишилися на ситі, 1,3538 г, маса першої проби = 0,1275 г, а вміст її дорівнює:

$$n_1 = \frac{0.1275 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 1.02}{25 \cdot 5} = 52.0\%$$

Маса другої проби = 0,0515 г, а вміст її дорівнює;

$$n_2 = \frac{0.0515 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 1.02}{25 \cdot 5} = 21.0\%$$

Маса третьої проби = 0,03668 г, а вміст її дорівнює:

$$n_3 = \frac{0.0368 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 1.02}{25 \cdot 5} = 15.0\%$$

Маса четвертої проби = 0,0294 г, а вміст її дорівнює:

$$n_4 = \frac{0.0294 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 1.02}{25 \cdot 5} = 12.0\%$$

З отриманих даних маємо: втрата при обробці 1,4%, крупного і середнього піску $1,3538-20-1,02 = 27,6\%$; дрібного піску $100 - (27,6+52,0+1,4) = 19,0\%$; крупного пилу $52,0-21,0=31,0\%$; середнього пилу $21,0-15,0=6,0\%$; дрібного пилу $15,0-12,0=3,0\%$; мулу 12,0%; сума 100,0%.

Отримані результати записують за такою формою (табл. 2.5.2).

Таблиця 2.5.2 – Результати механічного аналізу

Генетичний горизонт і глибина узяття зразка (см)	Гігроскопічна вологість (в %)	Втрата при обробці (в %)	Розмір механічних елементів (мл) та їх вміст (%)							Назва ґрунту за механічним складом
			1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	>0.01	

При визначенні механічного складу за даними аналізу втрату при обробці ґрунтів, не насичених основами (не скипають від НС1), необхідно привести до мулистій фракції (до часток розміром <0,001 мм). У карбонатних ґрунтах втрата при обробці виділяється окремою графою.

На підставі отриманих результатів визначають механічний склад зразка за класифікацією М. А. Качинського і графічно оформляють його циклограмою (рис. 2). При наявності даних механічного складу ґрунтів по генетичних горизонтах М. А. Качинський пропонує профільний метод зображення, коли по осі ординат відкладають глибини залягання горизонтів ґрунту, а по осі абсцис-процентний вміст фракцій у кожному горизонті.

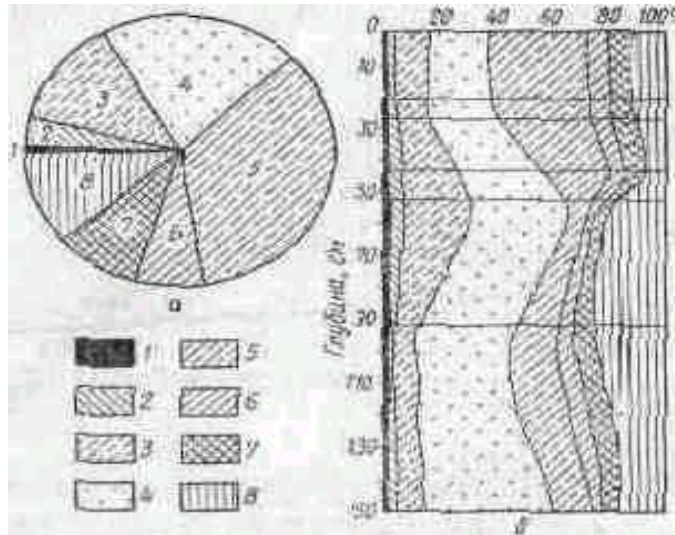


Рис. 2. Зображення механічного складу циклограмою (а) і профільним методом (б): 1 – втрати від обробки; 2 – пісок крупний; 3 — пісок середній; 4— пісок дрібний; 5 — піл великий; 6 – піл середній; 7 – піл дрібний; 8 – мул.

2.6. Підготовка ґрунту до механічного аналізу методом розтирання з розчином пірофосфату натрію

Підготовка ґрунту до механічного аналізу з використанням розчину пірофосфату натрію полягає в наступному (модифікація С. И. Долгова й А. И. Личманової):

1. З повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито з отворами 1 мм, відважують 10 г з точністю до 0,01 г і переносять у порцелянову чашку діаметром 10—12 см.

2. Відмірюють у стаканчик 4%-ний розчин пірофосфату натрію. Для некарбонатних, незасолених, незагіпсованих ґрунтів легкого механічного складу беруть 5 мл розчину на 10 г ґрунту, для важкосуглинистих, глинистих і карбонатних ґрунтів—10 мл, для засолених і загіпсованих—20 мл.

3. Наважку ґрунту змочують по краплях 4%-ним розчином пірофосфату натрію до тістоподібного стану й обережно, без натиску, розтирають протягом 10 хвилин маточкою з гумовим наконечником.

4. Виливають у чашку з ґрунтом залишок розчину пірофосфату, додають дистильовану воду і розмішують суміш маточкою до стану суспензії, яку зливають крізь сито з отворами 0,25 мм у літровий циліндр для аналізу. Розмішування з додатком нових порцій води продовжують доти, поки весь ґрунт не виявиться перенесений в циліндр.

5. Об'єм суспензії в циліндрі доводять до 1 л і аналізують її піпетметодом. При підрахунках з маси останньої фракції (<0,001 мм) віднімають виправлення, що відповідає змісту в суспензії пептизатора (при внесенні 20 мл 4%-ного розчину пірофосфату натрію й об'ємі піпетки 25 мл

вона складає 0,02 г).

При аналізі засолених ґрунтів може відбутися повна чи часткова коагуляція суспензії в циліндрі. З появою ознак коагуляції до взяття першої проби суспензію залишають на 1—2 доби до повного освітлення рідини. Її зливають і визначають у ній зміст солей (щільний залишок). Якщо для визначення щільного залишку взято 25 мл проясненої рідини, то зі знайдених у ній солей варто відняти 0,02 г внесеного при підготовці пірофосфату натрію.

Масу щільного залишку солей віднімають від маси взятої наважки ґрунту, і надалі всі розрахунки вмісту механічних фракцій ведуть у відсотках маси безсольової наважки. До осаду в циліндрі знову доливають 20 мл 4%-ного розчину пірофосфату натрію.

Суміш ретельно перемішують, доводять об'єм до 1 л і суспензію аналізують піпет-методом.

2.7. Структура ґрунту

Під структурою ґрунту розуміють сукупність агрегатів або структурних окремостей різної величини, форми, пористості, механічної міцності і водотривкості.

Агрегати діаметром більш ніж 0,25 мм називають макроагрегатами, дрібніше 0,25 мм – мікроагрегатами.

Агрономічно кошовною є грудкувато-зерниста структура з розміром агрегатів від 0,25 до 10 мм, яким притаманні пористість і водотривкість. Така структура обумовлює найбільш сприятливий водно-повітряний режим ґрунту. Водотривкими називаються агрегати, які протистоять дії води, що розмиває.

2.8. Агрегатний аналіз методом М.І.Саввінова

У задачу агрегатного аналізу входить: 1) визначення вмісту агрегатів того або іншого розміру в межах 0,25 – 10 мм; 2) виявлення кількості водостійких структурних окремостей.

Кількість агрегатів визначеного розміру знаходять методом «сухого» агрегатного аналізу, а водотривких агрегатів – методом «мокрого» агрегатного аналізу.

Метод «сухого» агрегатного аналізу. Зі зразка нерозтертого повітряно-сухого ґрунту беруть середню пробу 0,5—2,5 кг. Обережно вибирають корені, гальку й інші включення. Середню пробу просівають через стовпчик сит з діаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижньому ситі повинний бути піддон. Ґрунт просівають невеликими порціями (100—200 г), уникаючи сильних струшувань. Коли сита роз'єднують, кожне з них злегка постукують долонею по ребру, щоб звільнити застряглі агрегати.

Агрегати із сит переносять в окремі порцелянові або алюмінієві чашки. Коли всю середню пробу просіють і розділять на фракції, кожену фракцію зважують на технохімічних терезах і розраховують їх вміст у відсотках від маси повітряно-сухого ґрунту. Результати записують за такою формою (табл.2.8.1).

Таблиця 2.8.1 – Результати агрегатного аналізу

Назва ґрунту	Генетичний горизонт. Глибина взяття зразку (см)	Розмір агрегатів (мм) і їх вміст (% від маси повітряно-сухого ґрунту)								
		сухе просіювання								
		>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25

Продовження таблиці 2.8.1

Назва ґрунту	Генетичний горизонт. Глибина взяття зразку (см)	Розмір агрегатів (мм) і їх вміст (% від маси повітряно-сухого ґрунту)					
		мокре просіювання					
		>3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25

Метод «мокрого» агрегатного аналізу. Наважку ґрунту 50 г складають з відсіяних структурних фракцій. З кожної фракції відважують на технохімічних терезах кількість структурних окремоностей (г), яка дорівнює половині процентного вмісту даної фракції в ґрунті. Фракцію, яка менша 0,25 мм не включають у середню пробу, щоб не забивалися нижні сита при просіюванні ґрунту. Тому наважка завжди буває менше 50 г, тому що в неї не входять мікроагрегати (< 25 мм).

Підготовлюють набір з 5 сит діаметром 20 см, висотою 3 см з отворами (зверху вниз) 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита скріплюють металевими пластинками і встановлюють у баці з водою так, щоб над бортом верхнього сита знаходився шар води 5 см.

Наважку висипають у літровий циліндр і насичують водою, що доливають обережно по стінках циліндра, щоб витиснути з ґрунту повітря, не защимлюючи його (затиснене повітря руйнує агрегати). Зволожений ґрунт залишають на 10 хвилин у спокої, після чого циліндр доливають водою доверху. Для повного видалення повітря циліндр закривають годинниковим склом, нахилиють до горизонтального положення і ставлять вертикально. Коли повітря буде вилучено, циліндр закривають пробкою, стежачи, щоб під нею не залишилося повітря, і швидко перевертають нагору дном. Тримають у такому положенні, поки основна маса агрегатів не

упаде вниз. Потім циліндр перевертають і чекають, коли ґрунт досягне дна. Так повторюють 10 разів, щоб зруйнувати всі неміцні агрегати.

При останньому обороті залишають циліндр дном догори, переносять до набору сит і занурюють у воду над верхнім ситом. Під водою відкривають пробку циліндра і, не відриваючись від води, плавними рухами розподіляють ґрунт на поверхні верхнього сита.

Через хвилину, коли всі агрегати $>0,25$ мм упадуть на сито, циліндр закривають пробкою під водою, виймають з води і відставляють.

Ґрунт, що перейшов на сито, просівають під водою таким способом: набір сит піднімають у воді, не оголюючи агрегатів, що залишилися, на верхньому ситі, і швидким рухом опускають униз. У цьому положенні тримають 2—3 секунди, щоб встигли просіятися агрегати, потім повільно піднімають нагору і швидко опускають вниз. Сита струшують 10 разів, потім виймають з бака два верхніх сита, а нижні струшують ще 5 разів. Агрегати, що залишилися на ситах, змивають струмом води у великі порцелянові чашки. Надлишок води в чашках зливають. З великих чашок агрегати змивають у задалегідь зважені маленькі чашечки, потім висушують на водяній лазні до повітряно-сухого стану і зважують.

Маса фракцій, помножена на 2, дає процентний вміст водотривких агрегатів того чи іншого розміру. Відсоток агрегатів $<0,25$ мм визначають вирахуванням з 100 суми відсотків отриманих фракцій.

За результатами агрегатного аналізу обчислюють коефіцієнт структурності (К), під яким розуміється відношення кількості агрегатів від 0,25 до 10 мм (%) до сумарного вмісту агрегатів $<0,25$ і >10 мм (%). Чим більше величина К, тим краще структура ґрунту.

По кількості повітряно-сухих і водотривких агрегатів оптимального розміру С. И. Боргів і П. У. Бахтін пропонують наступну шкалу оцінки структурного стану ґрунту (табл. 2.8.2).

Таблиця 2.8.2 – Оцінка структурного стану ґрунту

Зміст агрегатів 0,25–10мм (% від маси повітряно-сухого ґрунту)		Оцінка структурного стану
сухе просіювання	мокре просіювання	
>80	>70	Відмінно
80—60	70—55	Добре
60—40	55—40	Задовільно
40—20	40—20	Незадовільно
<20	<20	Погано

2.9. Визначення щільності твердої фази ґрунту

Ґрунт як фізичне тіло складається з трьох фаз: твердої, рідкої і газо-подібної. Тверда фаза представлена мінеральними й органічними речовинами, рідка — водою з розчиненими в ній сполуками (ґрунтовий розчин), а газоподібна— ґрунтовим повітрям.

Щільністю твердої фази ґрунту називається відношення маси твердої фази ґрунту в сухому стані до маси рівного обсягу води. Величина щільності твердої фази ґрунту залежить від природи вхідних у ґрунт мінералів і від кількості органічної речовини.

У середньому щільність твердої фази в більшості ґрунтів дорівнює 2,50—2,65 і змінюється в залежності від зазначених причин. Чим більше гумусу містить ґрунт, тим менше щільність твердої фази. Так, чорнозем з 10% гумусу має щільність твердої фази близько 2,4, а дерново-підзолистий ґрунт із 2,5% гумусу—2,6. У торфів щільність твердої фази залежить від ступеня розкладання і зольності торфу і коливається від 1,4 до 1,7. Деякі скелетні ґрунти мають щільність твердої фази 3,0 г/см³.

Знання щільності твердої фази ґрунту необхідно для обчислення шпаруватості ґрунту. Крім того, величина щільності твердої фази ґрунту дає деяке орієнтування в петрографічному складі вхідних у ґрунт мінералів і вказує на співвідношення мінеральної й органічної частин.

Щільність твердої фази ґрунту визначають пікнометричним методом. Для її обчислення треба знати об'єм і масу твердої фази ґрунту. При пікнометричному методі об'єм твердої фази знаходять шляхом витиснення води взятою наважкою ґрунту.

Хід аналізу. 1. В колбу наливають близько 250 мл дистильованої води, кип'ятять приблизно півгодини для видалення з неї розчиненого повітря і охолоджують до кімнатної температури.

2. Беруть пікнометр (чи мірну колбу) на 100 мл, наливають у нього до мітки прокип'ячену й охолоджену дистильовану воду, вимірюють температуру і зважують на аналітичних терезах.

3. З просіяного через міліметрове сито зразка відважують на аналітичних терезах у скляний стаканчик чи в яку-небудь іншу тару 9—10 г повітряно-сухого ґрунту. Одночасно беруть наважку для визначення гігроскопічної вологи, якщо її не визначали.

4. Зі зваженого пікнометра виливають більше половини об'єму води і всипають у нього наважку ґрунту. Стаканчик, у якому знаходився ґрунт, знову зважують і по різниці між стаканчиком із ґрунтом і порожнім стаканчиком знаходять масу ґрунту, взятого для визначення щільності твердої фази.

5. Ґрунт і воду в пікнометрі кип'ятять 30 хвилин для видалення повітря, доливаючи дистильованою водою в міру википання до половини його обсягу.

6. Після кип'ятіння пікнометр із суспензією охолоджують до кімнатної температури і доливають прокип'ячену й охолоджену воду до мітки, витирають зовні фільтрувальним папером і зважують на аналітичних терезах. Потрібно стежити, щоб температура пікнометра з водою і ґрунтом була однаковою з первісною температурою пікнометра з водою.

Щільність твердої фази ґрунту обчислюють за формулою:

$$d = \frac{A}{(B + A) - C} \quad (15)$$

де d – щільність твердої фази ґрунту (г/см³);

A – наважка сухого ґрунту (г) [$A = \frac{a \cdot 100}{100 + W}$, де

A – наважка повітряно-сухого ґрунту (г);

W – гігроскопічна вологість (%);

B – маса пікнометра з водою (г);

C – маса пікнометра з водою і ґрунтом (г).

2.10. Щільність ґрунту

Щільністю ґрунту називають масу сухої одиниці її об'єму в природному стані. При визначенні щільності довідаються масу ґрунту у визначеному об'ємі з усіма порами, що маються в ґрунті. При визначенні ж щільності твердої фази довідаються масу твердої фази ґрунтів, що займає суцільно весь обсяг, без пір. Таким чином, щільність одного і того ж ґрунту завжди буде менше щільності його твердої фази. Щільність характеризує взаємне розташування ґрунтових часток і агрегатів і виражається в грамах на 1 см³. Вона залежить від механічного складу, змісту органічної речовини і структурного стану ґрунту.

Щільність мінеральних ґрунтів коливається від 1,0 до 1,8 г/см³. У верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів щільність складає 1,0—1,2; у нижніх—1,3—1,6 г/см³. В ґрунтах з невеликим вмістом гумусу щільність близько 1,3—1,6 г/см³. В нижніх горизонтах ґрунтів вона складає 1,6—1,8 г/см³. Щільність цілинних болотних ґрунтів 0,04—0,08, староорних низинних болотних ґрунтів—0,2—0,3 г/см³.

При тих чи інших аналізах (вміст живильних речовин, визначення вологості ґрунту і т.д.) розрахунки роблять звичайно на 100 г твердої фази ґрунту. Оскільки тверда фаза складає від 70 до 50% обсягу ґрунту, а інша частина приходить на пори (шпари), заповнені водою і повітрям, то розрахунки на 100 г ґрунту не дають уявлення про загальні запаси обумовлених речовин у різних горизонтах ґрунту чи в цілому у всій її товщі. Знання щільності ґрунту дозволяє вираховувати запаси води, поживних речовин в орному чи будь-якому іншому горизонті ґрунту. Таким

чином, визначення щільності ґрунту має важливе агрономічне значення.

Від щільності ґрунту залежать водно-повітряні, теплові і біологічні властивості. З ущільненням суглинних і глинистих ґрунтів зменшується загальна пористість і об'єм пор аерації, збільшується об'єм неактивних пор, у яких вода практично недоступна рослинам, знижується швидкість фільтрації, утруднюється поширення коренів.

Надмірно пухкий стан ґрунту також несприятливий, тому що ґрунт при цьому швидко висушується, порушується контакт насіння, коренів рослин із ґрунтом. Негативний вплив підвищеної щільності на легких ґрунтах (піски і супісі) позначається слабкіше чи зовсім не позначається для ряду культур.

М. А. Качинський пропонує наступну оцінку щільності ґрунтів суглинного і глинистого механічного складу (табл. 2.10.1).

Таблиця 2.10.1 – Оцінка щільності ґрунтів

Щільність ґрунту, г/см ³	Якісна оцінка	Щільність ґрунту, г/см ³	Якісна оцінка
<1	Ґрунт пухкий чи багатий органічною речовиною (дернина)	1.3—1,4	Рілля сильно ущільнена
1,0-1,1	Типові величини для культурного свіжезороного ґрунту	1.4—1,6	Типові величини для підорних горизонтів різних ґрунтів
1,2	Рілля ущільнена	1.6—1.8	Сильноущільнені ілювіальні горизонти ґрунтів

В лабораторних умовах щільність ґрунту визначають з розсипного зразка з порушеним станом ґрунту. Але такий метод не дає дійсного уявлення про щільність ґрунту в природному заляганні. У польових умовах беруть у металеві циліндри проби ґрунту з непорушеним станом, що дозволяє визначати щільність ґрунту в природному стані,

2.11. Визначення щільності ґрунту з розсипного зразка

1. Беруть металевий циліндр (висотою 10 см і діаметром 5 см) з сітчастим дном, кладуть на дно кружок фільтрувального паперу і зважують на технохімічних терезах.

2. Насипають у циліндр ґрунт із нерозтертого зразка, ущільнюючи його в міру наповнення (постукують дном циліндра об долоню руки). Одноразом визначають вологість ґрунту.

3. Вимірюють висоту насипного шару ґрунту, діаметр циліндра і визначають обсяг ґрунту.

4. Зважують циліндр із ґрунтом і проводять необхідні розрахунки.

Знаходять щільність ґрунту по формулі:

$$d_v = \frac{m}{V} \quad (16)$$

де d – щільність (г/см^3);

m – маса сухого ґрунту (г);

$$[m = \frac{A \cdot 100}{100 + W} \quad (17)$$

де A – маса вологого ґрунту (г);

W – вологість ґрунту ($\%$), якщо визначають щільність повітряно-сухого ґрунту;

W – гігроскопічна вологість];

V – об'єм циліндра (у см^3);

$$[V = \pi r^2 h, \quad \text{де } \pi - 3,14; \quad (18)$$

r – радіус циліндра (у см);

h – висота циліндра (у см)].

Остаточна формула має вигляд:

$$d_v = \frac{A \cdot 100}{(100 + W) \cdot V} \quad (19)$$

2.12. Пористість ґрунту

Між механічними елементами й агрегатами в ґрунті маються проміжки-пори. У них розміщуються вода, повітря, мікроорганізми, корені рослин. Об'єм пор у ґрунті, їх розмір залежать від механічного складу і структури. Кількість пор і співвідношення їх по розмірах визначають найважливіші властивості ґрунтів і насамперед водно-повітряні.

Сумарний об'єм пор у ґрунті в одиниці об'єму називається пористістю. Загальна пористість підрозділяється на капілярну і некапілярну пористість (пори аерації). Некапілярні пори звичайно зайняті ґрунтовим повітрям. Вода в них знаходиться під дією гравітаційних сил і не утримується. У капілярних порах розміщається вода, утримувана менісковими силами.

Пори, у яких знаходяться капілярна вода, ґрунтове повітря, мікроорганізми і корені рослин, називаються активними. До неактивних відносять пори, займані зв'язаною водою (міцнозв'язана і рихлозв'язана вода).

В агрономічному відношенні важливо, щоб ґрунти мали у своєму ро-

зпорядженні великий обсяг капілярних пор і при цьому мали некапілярну пористість не менш 20—25% від загальної пористості. Якщо при вологості ґрунту, що відповідає граничній польовій вологоємності, коли в ґрунті знаходиться найбільша кількість капілярнопідвішаної вологи, обсяг пор аерації складає величину менше зазначеної, необхідні агротехнічні чи меліоративні заходи щодо поліпшення аерації ґрунтів.

Загальну пористість можна розрахувати на підставі щільності твердої фази і щільності ґрунту за формулою:

$$P = \left(1 - \frac{d_v}{d} \cdot 100 \right) \quad (20)$$

де P – загальна пористість (в об'ємних відсотках);

d_v – щільність твердої фази ґрунту;

d – щільність ґрунту.

Для оцінки загальної пористості суглинних і глинистих ґрунтів М.А.Качинський пропонує наступну шкалу (табл. 2.12.1.).

Таблиця 2.12.1 – Оцінка загальної пористості ґрунту

Загальна пористість, %	Якісна оцінка
>70	Надмірно пориста. Ґрунт спущений
55—65	Відмінна. Культурний орний шар
50—65	Задовільна для орного шару
<50	Незадовільна для орного шару
40—25	Надмірно низька. Характерна для ущільнених ілювіальних горизонтів

2.13. Пористість аерації (пори аерації)

Пористість аерації – це частина загальної пористості ґрунту, заповнена повітрям. Вона дорівнює різниці між обсягом загальної пористості й обсягом води, що міститься в ґрунті на момент визначення пористості.

Пористість аерації обчислюють на підставі: даних загальної пористості, вологості і щільності ґрунту і виражають у відсотках стосовно об'єму ґрунту.

Нехай $P_{\text{заг.}}$ – загальна пористість (%); W – вологість ґрунту, обчислена на сухий ґрунт; d – щільність ґрунту.

Насамперед необхідно обчислити об'єм пор, зайнятих водою (P_w), тобто установити зміст води в об'ємних відсотках. Цю величину визначають за формулою:

$$P_w = d \cdot W \quad (21)$$

Знаючи об'єм пор, зайнятих водою, легко обчислити пористість аерації

$$P_{\text{аер}} = P_{\text{заг}} - P_w \quad (22)$$

2.14. Вологоємність

Властивість ґрунту утримувати вологу від набрякання сорбційними й капілярними силами називається водоутримуючою здатністю. Кількість вологи, що здатний утримати ґрунт, називається вологоємністю. У залежності від того, у якій формі знаходиться утримувана вода, розрізняють максимальну адсорбційну вологоємність (МАВ), граничну польову (найменшу польову) вологоємність (ГПВ), капілярну вологоємність (КВ) і повну вологоємність (ПВ), чи водомісткість. Максимальна адсорбційна вологоємність — найбільша кількість міцнозв'язаної води, яка утримується сорбційними силами. Гранична польова вологоємність — найбільша кількість капілярнопідвішаної води, що може утримувати ґрунт менісковими чи капілярними силами після відтоку всієї гравітаційної води.

Капілярна вологоємність — максимальна кількість капілярнопідвішаної води, що може міститися в ґрунті.

Повна вологоємність — найбільша кількість води, яку може вмістити та утримати ґрунт при заповненні всіх пор водою.

Вологоємність виражають у відсотках від маси сухого ґрунту, у відсотках обсягу ґрунту, у міліметрах, у кубічних метрах на 1 га.

Гранична польова вологоємність є найважливішою характеристикою водних властивостей ґрунтів. У природній обстановці вона спостерігається після рясного зволоження ґрунтів і відтоку всієї гравітаційної вологи. При граничній польовій вологоємності в ґрунті мається максимальна кількість вологи, доступної рослинам. Різниця між ППВ і ВЗ характеризує, по М. А. Качинському, діапазон активної чи продуктивної вологи.

По А. М. Шульгіну, оптимальні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в період вегетації рослин знаходяться в межах 100—200 мм. Запас вологи в метровому шарі ґрунту більш 250 мм характеризується як надлишковий, а менш 50 мм — недостатній.

Знаючи ППВ, можна обчислити максимальну водовіддачу (МВВ) по різниці між величиною повної вологоємності (ПВ) і граничної польової вологоємності: $M_{\text{ВВ}} = \text{ПВ} - \text{ГПВ}$.

Величина ГПВ використовується для встановлення норми поливу (М) в м³. З цією метою визначають запас вологи в заданому шарі ґрунту (W) в м³ і величину ГПВ в м³: $M_{\text{м}^3} = \text{ГПВ} - W$

2.15. Визначення граничної польової вологості

В полі, на типовій ділянці, вибирають ділянку розміром 2x2 м і обвалюють її подвійним кільцем ущільнених земляних валиків висотою 25—30 см. Поверхню ґрунту всередині ділянки вирівнюють і обробляють так, як прийнято для посіву наміченої культури. Підготовлену ділянку заливають водою до повного насичення ґрунту.

Щоб установити кількість води, необхідне для заливання ділянки з розрахунку промочування ґрунту на задану глибину, використовують такий спосіб. Недалеко від ділянки роблять ґрунтовий розріз. Визначають щільність ґрунту, щільність її твердої фази через кожні 10 см. На підставі зазначених характеристик обчислюють загальну пористість і фактичний запас води в ґрунтових шарах. Результати записують за такою формою (табл. 2.15.1).

У нашому прикладі для повного насичення ґрунтового шару 0 – 50 см потрібно 193,8 мм, чи 1938 м³ води. Фактичний запас її 1025 м³ па 1 га. Отже, для насичення ґрунту потрібно 1938 – 1025 = 913 м³ на 1 га, а на площадку в 2 м² — 0,182 м³, чи 0,182 л. З огляду на втрату води на рослини, норму її збільшують у 1,5 рази.

Таблиця 2.15.1 – Форма запису результатів аналізу

Ґрунт	Генетичний горизонт і глибина взяття об'язка (см)	Щільність твердої фази	Щільність ґрунту	Загальна пористість (%)	Вологість		Вологість повного насичення	
					%	мм	%	мм
Дерново-слабкопідзолиста важко-	А ₀ 0–10	2,60	1,1	60,0	15,0	16,5	54,5	60,0
	20–30	2,60	1,2	50,4	20,0	24,0	42,0	50,4
	30–40	2,65	1,5	43,4	20,0	30,0	29,0	43,4
суглинкова на покривному суглинку	А ₂ В 40–50 0–50	2,65 –	1,6 –	40,0 –	20,0 –	32,0 102,5	25,0 –	40,0 193,8

Розрахований обсяг води подають на ділянку під постійним напором води 5 см. Шар води 5 см підтримують доти, поки не буде витрачений весь обсяг води. Коли вся вода всочиться в ґрунт, ділянку закривають поліетиленовою плівкою, а зверху півметровим шаром соломи для запобігання від випаровування і залишають для стікання гравітаційної води. Супіщані і піщані ґрунти витримують добу, суглинкові і глинисті – 2–3 доби. Після закінчення цього терміну беруть ґрунтові проби на вологість з розрізу чи буром через кожні 10 см не менш чим у триразовій повторності.

Вологість, що відповідає граничній польової вологоємності, обчислюють у вагових, об'ємних відсотках, в мм, в м³ на 1 га.

М. А. Качинський дає наступну оцінку граничній польової вологоємності ґрунту (табл. 2.15.2.).-

Таблиця 2.15.2 – Оцінка граничній польової вологоємності

Важкі за механічним складом ґрунти		Легкі за механічним складом ґрунти
Вологоємність (%від сухої маси ґрунту)	оцінка	
40—50	Найкраща	Культурний піщаний ґрунт в орному шарі має вологоємність 20—25%
30—40	Добра	Для польової культури придатні піски з вологоємністю не менш 10%
25—30	Задовільна	Для лісових культур придатні піски з вологоємністю не менш 3—5%
<25	Незадовільна	

2.16. Визначення капілярної вологоємності в лабораторних умовах

Хід аналізу. Металевий циліндр із ґрунтом, що служив для визначення його щільності ставлять у спеціальну ванночку з водою так, щоб сітчасте дно циліндра стояло на фільтрувальному папері, кінці якого опущені у воду. Вода по порах паперу передається ґрунту, і відбувається його капілярне насичення.

Через кожен добу циліндр зважують на технохімічних терезах доти, поки маса його не буде постійною. Це вкаже на те, що ґрунт досяг повного капілярного насичення. На підставі зважування і даних визначень щільності ґрунту розраховують капілярну вологоємність у відсотках за формулою:

$$KB = \frac{(B - E) \cdot 100}{E} \quad (23)$$

де, KB –капілярна вологоємність (%); .

B –маса ґрунту в циліндрі після насичення (г);

E – маса сухого ґрунту в циліндрі (г). Масу сухого ґрунту обчислюють за формулою:

$$E = \frac{A \cdot 100}{100 + W} \quad , \quad (24)$$

де A – маса повітряно-сухого ґрунту в циліндрі (г);

W – гігроскопічна вологість (%).

Капілярну вологоємність у ґрунті в непорушеному стані визначають у металевому циліндрі після встановлення щільності ґрунту з непорушеним станом. Кришки з циліндра знімають. З нижнього боку надягають кришку із сітчастим дном чи обв'язують циліндр марлею і ставлять для насичення, як описано вище.

Після повного капілярного насичення ґрунт із циліндра висипають у порцелянову чашку, швидко і ретельно перемішують і беруть 2—3 проби в задалегідь зважений стаканчик. Середня вологість проб буде відповідати капілярній вологоємності ґрунту.

При визначенні капілярної вологоємності варто мати на увазі, що її величина залежить не тільки від властивостей ґрунту, але і від висоти ґрунтового зразка, взятого для аналізу. Умовно характеризують величину капілярної вологоємності кількістю води, що може всмоктати стовпчик ґрунту висотою 10 см.

2.17. Визначення повної вологоємності

Розрахунковий метод. Повна вологоємність - це найбільша кількість вологи, що міститься в ґрунті при повному насиченні всіх пор. Повну вологоємність обчислюють за загальною пористістю:

$$ПВ = \frac{d - d_v}{d} \cdot 100\% \text{ об'єму ґрунту,} \quad (25)$$

$$ПВ = \frac{d - d_v}{d \cdot d_v} \cdot 100\% \text{ маси сухого ґрунту,} \quad (26)$$

де ПВ – повна вологоємність;

d – щільність твердої фази;

d_v – щільність ґрунту.

Однак насичення ґрунту до повної вологоємності спостерігається не завжди, тому що в ґрунті залишається деяка кількість затисненого повітря (5—8% обсягу ґрунту). Тому фактична величина повної вологоємності часто буває менша обчисленої за загальною пористістю.

Лабораторний метод. Пробу ґрунту в металевому циліндрі після визначення її щільності і капілярної вологоємності ставлять у ванночку на скляні відрізки паличок, наливають воду на 1—2 см вище ґрунту в ци-

ліндрі і залишають на добу. Потім, не виймаючи з води, циліндр зверху щільно закривають кришкою і перевертають. Потім виймають з води, знімають сітчасте денце, закривають кришкою і зважують на технічних терезах. Повну вологоємність обчислюють за формулою:

$$ПВ = \frac{a-b}{b} \cdot 100 \quad (27)$$

де ПВ—повна вологоємність (%);

a – маса ґрунту в циліндрі після наповнення водою (г);

b – маса сухого ґрунту в циліндрі (г).

Розділ 3. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

3.1. Гумус ґрунту

Гумусом ґрунту називають складний динамічний комплекс органічних сполук, що утворюється при розкладанні і гуміфікації органічних залишків у ґрунті.

Гумус містить: 1) велику групу негумифікованих речовин, органічних залишків і продуктів їхнього розпаду; 2) групу гумусових речовин, що складають головну і специфічну частину гумусу.

Існуючі методики дозволяють визначати як окремі групи гумусових речовин, так і сумарний їхній вміст.

При визначенні сумарного вмісту гумусу враховують усі форми органічної речовини ґрунту. Тому при підготовці її до аналізу ретельно відбирають корінці і усі видимі органічні залишки для того, щоб по можливості виключити органічні речовини негумусової природи.

Класичний метод визначення гумусу ґрунту розробив російський вчений Г. Г. Густавсон. Цей метод заснований на сухому спалюванні гумусу до вуглекислого газу при прожарюванні ґрунту. Золу збирають, зважують і по її кількості обчислюють вміст гумусу.

В даний час у практиці лабораторних робіт для визначення гумусу мінеральних ґрунтів застосовують метод Кнопа-Сабаніна і метод Тюріна, які засновані на спалюванні органічної речовини мокрим засобом. Для обчислення кількості органічної речовини в торф'яних ґрунтах визначають втрати при прожарюванні.

3.2. Визначення гумусу методом І.В.Тюріна

Метод І. В. Тюріна відрізняється простотою, точністю і швидкістю визначення гумусу. Його широко застосовують при масових аналізах ґру-

нтів.

Метод І. В. Тюріна заснований на окислюванні гумусу 0,4 н, розчином двохромовоокислого калію ($K_2Cr_2O_7$), який приготовлений на сірчаній кислоті, розведеної у воді в об'ємному відношенні 1:1. За кількістю хромової кислоти, яка пішла на окислення гумусу, судять про його кількість.

Цим методом не можна визначати гумус у ґрунтах, сильно засолених хлоридами, а також з вбирним закисним залізом і великою кількістю марганцю (виходять завищені результати). Карбонати в ґрунті не заважають визначенню гумусу.

Хід аналізу. 1. З підготовленої для визначення гумусу й азоту ґрунту беруть наважку на аналітичних чи торзійних терезах. Величина її залежить від вмісту гумусу в аналізованому ґрунті: чим більше в ній гумусу, тим менша наважка.

Зміст гумусу (%)	Наважка (г)
>10	0.1
10—5	0.2
5-1	0.3
1—0,5	0.4
<0,5	0.5

При зважуванні на аналітичних терезах наважку ґрунту варто брати в зважену суху пробірку.

2. Наважку ґрунту висипають обережно, не розпорошуючи, на дно конічної колби обсягом 100 мл.

3. Доливають у колбу з ґрунтом з бюретки точно 10 мл* (* При вмісті гумусу >10% варто доливати 15 мл $K_2Cr_2O_7$) 0,4 н розчину двохромово-кислого калію, розчиненого в сірчаній кислоті, і вміст обережно перемішують круговим рухом колби.

4. У горло колби вставляють маленьку лійку, що служить холодильником, ставлять колбу на азбестову сітку і нагрівають рідину на слабкому полум'ї газового пальника (чи на електричній плитці). В міру нагрівання з рідини виділяються дрібні пухирці CO_2 , що при закипанні рідини (що спостерігається через 3—5 хвилин) будуть більш великими. Відзначають час початку закипання і помірно кип'ятіння продовжують 5 хвилин. Стежать за колбою і не допускають бурхливого кипіння, що супроводжується виділенням пару через лійку. При сильному і тривалому кип'ятінні збільшується концентрація сірчаної кислоти, що може привести до розкладання хромової кислоти, а звідси і до невірних результатів аналізу.

5. Після кип'ятіння колбі дають охолонути, і її вміст переносять у колбу ємністю 500 мл. Спочатку обмивають і виймають лійку, а потім наливають у колбу на 100 мл дистильованої води і вміст переливають у велику

колбу на 500 мл, куди попередньо наливають близько 100 мл дистильованої води. Після цього маленьку колбу кілька разів обполіскують водою, виливаючи її щоразу у велику колбу, поки в ній не збереться близько 300 мл розчину.

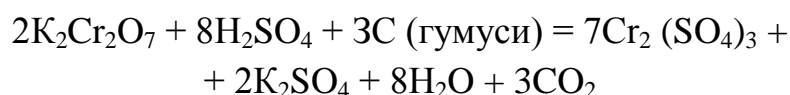
6. До отриманого у великій колбі розчину додають 10 крапель 85%-ний фосфорної кислоти і 8 крапель дифеніламіну, усе ретельно перемішують і відтитровують залишок хромовоокислого калію (хромової кислоти), 0,2 н розчином солі Мору – до переходу кольору розчину з бурого в зелений.

На початку титрування рідина здобуває темно-червоно-фіолетовий (бурий) колір, що перед кінцем титрування переходить в інтенсивно-синій, а наприкінці титрування – сірувато-зеленуватий. При невеликому надлишку солі Мору рідина здобуває яскраво-зелений колір. До переходу бурого кольору в синій сіль Мора треба доливати невеликими порціями, а після появи синього кольору і до його переходу в зелений — по краплях, ретельно перемішуючи розчин у тому та іншому випадку.

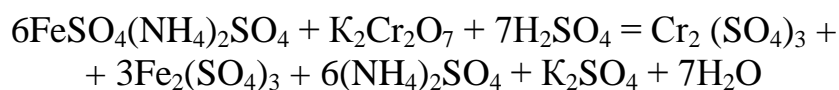
7. Дифеніламін додають як індикатор, а фосфорна кислота усуваючи вплив іонів окисного заліза, обумовлює різкий перехід синього кольору в зелений.

По закінченню титрування визначають і записують кількість мілілітрів солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромовоокислого калію.

При нагріванні хромовоокислого калію в сірчаній кислоті в присутності гумусу ґрунту відбувається окислювання останнього до CO_2 :



При титруванні сіллю Мора надлишку хромовоокислого калію (не витраченого на окислювання гумусу) відбувається реакція:



8. Встановлюють, скільки солі Мора йде на титрування 10 мл розчину хромовоокислого калію в сірчаній кислоті) * (* 10 мл розчину хромовоокислого калію виливають у півлітрову колбу. Додають 300 мл дистильованої води, фосфорної кислоти і дифеніламіну в таких, же кількостях, як і при визначенні гумусу, і титрують сіллю Мора до придбання розчином грязно-зеленого кольору).

Тому що сіль Мора готують удвічі слабкішу (0,2 н), то на 10 мл 0,4 н хромовоокислого калію її йде звичайно близько 20 мл.

Вміст гумусу обчислюють за формулою:

$$A = \frac{(a - b) \cdot K_M \cdot 100 \cdot 0.0010362 \cdot K_{H_2O}}{C}, \quad (28)$$

де А – вміст гумусу (% маси сухого ґрунту);

а – вміст солі Мора, яка пішла на титрування 10 мл хромовоокислого калію (пункт 8);

б – кількість солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромовоокислого калію (пункт 7);

K_M ,— поправка до титру солі Мора;

0,0010362 – коефіцієнт перерахування на гумус, тому що 1 мл 0,2н солі Мора відповідає зазначеній кількості гумусу;

K_{H_2O} – коефіцієнт гігроскопічності для перерахування на сухий ґрунт;

С-наважка повітряно-сухого ґрунту (г),

Реактиви. 1.0,4 н розчин двохромовоокислого калію в розведеній сірчаній кислоті (1:1). 2.0,2 н розчин солі Мора. 3.85 %-ний розчин ортофосфорної (H_3PO_4) кислоти. 4. Розчин дифеніламіну ($C_{12}H_{11}N$) у сірчаній кислоті.

3.3. Визначення гумусу за І. В. Тюріним в модифікації В. Н. Сімакова

У модифікації В. Н. Сімакова визначення гумусу з початку і до моменту закінчення п'ятихвилинного кип'ятіння ведуть так само, як і за Тюріним (пункти 1, 2, 3, 4 стор. 118). Після кип'ятіння колбі дають охолонути. З промивалки обмивають дистильованою водою лійку і стінки колби, довівши в ній об'єм до 30 – 40 мл. Додають у колбу 4 – 5 крапель 0,2%-ного розчину фенілантранілової кислоти і титрують 0,2 н. розчином солі Мора. Кінець титрування визначають переходом вишнево-фіолетового кольору в зелений.

Обчислюють результати аналізу і титрування так само, як і за Тюріним.

3.4. Розрахунок балансу гумусу в сівозміні

Гумус є складовою частиною твердої фази ґрунту органічного походження. Незважаючи на те, що масова доля гумусу становить всього від 1 до 10% твердої фази, проте екологічна роль його надзвичайно велика. Він є акумулятором органічних речовин та пов'язаною з ним енергією, яка сприяє стабільності біосфери. Енергія речовин органічних залишків в ґрунті використовується мікроорганізмами та безхребетними тваринами для своєї життєдіяльності, для фіксації азоту, а також для багатьох процесів, що протікають в ґрунті.

З запасами гумусу тісно пов'язані щільність, пористість, структура, водні, повітряні та теплові властивості ґрунту. В тісному зв'язку з наявністю органічних речовин в ґрунті знаходяться й фізико-хімічні властивості такі, як ємність вбирання, буферність.

Органічні речовини ґрунту є джерелом багатьох поживних компонентів, і перш за все, азоту: 50 % цього елемента рослини беруть із запасів ґрунту.

Гумусовий стан ґрунту є важливим показником його родючості та стійкості як компонента біосфери. Окремі його параметри служать об'єктом моніторингу навколишнього середовища. Отже роль гумусу, який входить до складу ґрунту, надзвичайно велика та різноманітна.

Встановлено, що при сучасному стані землеробства, коли розорюються схилі землі, розширюються площі зрошуваних земель, зменшується травосіяння та збільшується доля просапних культур в сівозмінах, спостерігається значне зниження гумусу в ґрунті. В районах Полісся середньорічні втрати гумусу тільки за рахунок мінералізації складають 0,7-0,8 т/га; в районах Лісостепу – 0,6-0,7 т/га, а в Степу – 0,5-0,6 т/га. Тільки з початку двадцятого століття середній вміст гумусу в ґрунті знизився на 30%.

Втрата гумусу призводить до зниження родючості ґрунту, ускладнення екологічної ситуації навколишнього середовища.

Для того, щоб запобігти зниженню гумусу в ґрунті, необхідно дотримуватися одного з основних законів землеробства – закону повернення речовин в ґрунт.

Оскільки основним матеріалом для утворення гумусу є органічні рештки різного походження, що в нього потрапляють, то першочерговим завданням по збагаченню гумусом ґрунту вважається надходження органічних речовин у вигляді післяжнивних та післяукісних решток, вирощування багаторічних трав, внесення гною та інших органічних добрив.

Вважається, що для бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, потрібно вносити щорічно на один гектар сівозміни в умовах Полісся 13-15 тон гною, в лісостепових та степових районах – відповідно 9-11 та 7-9 тон. Це в середньому, але в залежності від типу та виду сівозміни, ці норми, безперечно, можуть мінятися.

При насиченні сівозміни просапними культурами – вони збільшуватимуться, а при введенні в сівозміну багаторічних трав – навпаки, зменшуватимуться.

При виконанні практичної роботи по розрахунку балансу гумусу в ґрунті студент повинен знати шляхи, що призводять до його втрат та основні заходи, за допомогою яких можливо здійснити бездефіцитний баланс.

Вміти на основі різних таблиць /мінералізація гумусу під сільськогосподарськими культурами, ерозійні процеси/ визначити втрати гумусу

грунтом, та знайти шляхи його надходження в ґрунт за рахунок рослинних решток та внесення органічних добрив, тобто розрахувати баланс гумусу, зробити його бездефіцитним.

Як відомо, кожний баланс складається з витратних та прибуткових статей. До витратних статей відносяться: мінералізація гумусу, ерозійні процеси; до прибуткових – рослинні рештки та органічні добрива.

Порядок розрахунку балансу гумусу в ґрунті

1. Спочатку вписуємо в першу та другу колонки номера полів та чергування культур в сівозміні. Для прикладу візьмемо дев'ятипольну польову парозернопросапну сівозміну з таким чергуванням культур: пар чорний – озима пшениця – цукровий буряк – горох – озима пшениця – кукурудза на зерно – кукурудза на силос – озима пшениця – соняшник.

Далі всі розрахунки відносно до динаміки гумусу в ґрунті виконуються по кожній культурі та чорному пару окремо, поступово переходячи від одного до наступного.

Отже першим полем у нас буде чорний пар. В колонку “3” вписуємо площу, яку він займає. Для зручності розрахунків всі поля в сівозміні візьмемо за 1 гектар.

Так як, чорний пар не дає ніякої продукції, то у колонці “4” ставимо риску.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту в полі чорного пару розраховуємо, виходячи з ґрунтового та агрохімічного обстеження, користуючись формулою:

$$\Gamma = r d_v H, \quad (29)$$

де Γ – вміст гумусу, т/га

r – відсоток гумусу в ґрунті (за матеріалами ґрунтового обстеження);

d_v – щільність ґрунту (об'ємна маса), т/см³;

H – глибина орного шару, см.

Приклад: в чорноземі звичайному, важкосуглинистому у верхньому шарі міститься 3,8% гумусу (r), при щільності ґрунту (d_v) – 1,2 г/см³, та глибині орного шару (H) – 30 см.

$$\Gamma = 3,8 \cdot 1,2 \cdot 30 = 136,8 \text{ т/га}$$

Таким чином в колонку «5» заносимо цифру 3,8, а в колонку 2:2 – 136,8. Така кількість гумусу була в орному шарі під чорним паром спочатку.

Під впливом інтенсивного обробітку ґрунту та активізації біологічної діяльності мікрофлори певна частина гумусу мінералізується. Це залежить від культури та механічного складу ґрунту.

В нашому прикладі на важкосуглинистому ґрунті мінералізація становить 1,2 т/га.

Таблиця 3.4.1 – Мінералізація гумусу під сільськогосподарськими культурами на ґрунтах різного механічного складу, т /га

Культура	ґрунти за механічним складом				
	Піщані	Супіщані	Легкосуглинкові	Средньосуглинкові	Важкосуглинкові
Пар чорний	2,7	2,1	1,8	1,5	1,2
Озимі зернові	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6
Ярі зернові	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5
Горох	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8
Кукурудза	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8
Цукрові буряки	2,7	2,1	1,8	1,5	1,2
Соняшник	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8
Картопля	2,2	1,7	1,8	1,2	1,0
Однорічні трави	1,4	1,0	1,0	0,8	0,6
Багаторічні трави	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2

Крім мінералізації гумусу значне місце в його зменшенні відіграють ерозійні процеси, інтенсивність яких залежить від багатьох факторів, серед яких не останнє місце належить рослинності. Чим довше ґрунт знаходиться під її захистом, тим менше він пошкоджується ерозією. Найменш захищеними будуть поля під чистими парами, просапними культурами, які пізно змикають рядки. Якщо виразити коефіцієнт ерозійної безпеки чорного пару через 1,0, то у просапних він знаходиться в межах 0,7-0,9; ярих зернових 0,4-0,5; озимих культур 0,2-0,3 та багаторічних трав – 0,01-0,05.

Прийmemo середньорічний змив ґрунту з поля чорного пару 8 т/га, що становить 0,30 т/га гумусу $\left(\frac{8 \cdot 3,8}{100}\right)$.

Загальні втрати гумусу (мінералізація + змив) складають 1,5 т/га.

Так як в полі чорного пару в ґрунт не поступає ніяких решток, то в колонках “11”; “12” та “13” ставимо риси.

Таким чином баланс гумусу в полі чорного пару буде складатися тільки з видаткових статей (мініралізація та змив) – 1,5 т/га. Тепер в орному шарі ґрунту залишилося гумусу $136,8 \text{ т/га} - 1,5 \text{ т/га} = 135,3 \text{ т/га}$, що заносимо в колонку “14”.

Наступним полем у нас буде озима пшениця, середню врожайність якої після чорного пару приймемо за 5 т/га.

Якщо ми не вносили в поле органічних добрив, за рахунок яких можна підвищити вміст гумусу в ґрунт, то його кількість залишиться такою, яку ми одержали в результаті парування поля (135,3 т/га). Цю цифру заносимо у колонку “6”.

Мініралізація гумусу під озимою пшеницею складе 0,6 т/га (табл.2). Змив – 2 т/га ($8 \cdot 0,25$) ґрунту, або 0,08 т/га гумусу $\left(\frac{2,0 \cdot 3,8}{100}\right)$.

Втрати гумусу в результаті мініралізації та змиву складуть 0,68 т/га.

Але в полі, що було зайнято озимою пшеницею, після її збирання залишилися рештки рослин (стерня та коренева система), які поповнюють ґрунт органічною речовиною, певна частина якої в результаті гуміфікації перетворюється на гумус.

Кількість органічних решток, що потрапляє в ґрунт залежить від вирощуваної культури (табл.3.4.2.).

Таблиця 3.4.2 – Вихід післяжнивних та корневих залишків від урожайності основної продукції

Культура	Коефіцієнт виходу
Озимі зернові	1,1
Ячмінь	0,9
Овес	1,1
Просо	1,0
Кукурудза на зерно	0,8
Горох	0,8
Соняшник	1,0
Цукрові буряки	0,04
Картопля	0,06
Кукурудза на силос	0,16
Однорічні трави на сіно	0,8
Багаторічні трави на силос	1,5
Однорічні та багаторічні трави на зелений корм	0,2

Якщо врожайність основної продукції озимої пшениці у нас була 5 т/га, то органічних решток надійде в ґрунт 5,5 т/га, так як коефіцієнт складає 1,1.

В результаті гуміфікації цих решток в ґрунт надійде 1,37 т/га гумусу ($5,5 \cdot 0,25$) – дивись табл. 3.4.3.

Таблиця 3.4.3 – Коефіцієнт гуміфікації рослинних рештків та органічних добрив

Культура	Коефіцієнт гуміфікації
Зернові, зернобобові, багаторічні трави	0,25
Кукурудза та інші силосні культури	0,15
Картопля та овочі	0,08
Солома на добриво	0,25
Органічні добрива: Полісся	0,065 – 0,070
Лісостеп, Степ	0,075 – 0,080

Всього гумусу з урахуванням прибуткових та видаткових статей надійде в ґрунт 0,69 т/га ($1,37 - 0,68$).

За такою методою ведеться розрахунок балансу гумусу по всіх культурах сівозміни.

Після того як буде підраховано загальний баланс гумусу в сівозміні, а він безумовно від'ємним, приступають до розрахунків потреби в органічних добривах, щоб створити бездефіцитним вміст гумусу в ґрунті.

Припустимо, що за ротацію сівозміни вміст гумусу в орному шарі ґрунту зменшився на 4 т/га. Для того, щоб поповнити ґрунт такою кількістю гумусу необхідно в нього внести певну частину органічних добрив. Виходячи з того, що 1 тонна гною дає 0,080 т. гумусу того, щоб одержати 4 т. гумусу необхідно розрахувати пропорцію:

$$1 - 0,080$$

$$X = \frac{4,0 \cdot 1}{0,08} = 50 \text{ т}$$

$$x - 4,0$$

та на основі цих розрахунків внести 50 т гною на 1 гектар за ротацію сівозміни.

Так як гній є не тільки джерелом гумусу, але й поживних речовин для рослин, які накопичуються в ґрунті під час його мінералізації та використовуються на протязі 2-3 років, то вносити гній необхідно не щорічно, а через 3-4 роки під найвибагливіші до мінерального живлення культури. В нашій сівозміні це будуть цукрові буряки, кукурудза на зерно і соняшник.

Потрібно ще й виходити із організаційно-господарських можливостей. Попередниками цих культур є озима пшениця. Збирання її проводиться в середині літа і в господарства є досталь часу, щоб до останньої оранки справитись з цим завданням.

50 тон гною, що необхідно внести на кожен гектар сівозміни за ротацію, доцільно розподілити так: під цукрові буряки 20 т/га, кукурудзу на зерно та соняшник – по 15 т/га.

Розділ 4. Фізико-хімічні властивості ґрунту

4.1. Визначення суми обмінних основ методом Каппена – Гільковіца

В кислих (безкарбонатних) ґрунтах (дерново-підзолистих, сірих лісових і ін.) суму обмінних основ визначають за методом Каппена-Гільковіца. Ґрунт обробляють відомою кількістю 0,1 н розчину HCl. У результаті взаємодії ґрунту із соляною кислотою її водень витісняє з вбирного комплексу обмінні основи (Ca, Mg і ін.)(* (* Соляна кислота може частково розчинити в кислих ґрунтах полуторні окисли, що вносить деяку помилку у визначення суми вбирної основ). Знаючи кількість кислоти до реагування і після реагування з ґрунтом, по різниці визначають суму обмінних основ,

Кращі результати метод Каппена—Гільковіца дає на ґрунтах, бідних вбирними основами, наприклад на дерново-підзолистих.

Хід аналізу. 1. Зважують на технохімічних терезах 20 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито в 1 мм.

2. Висипають наважку ґрунту в колбу на 350—500 мл.

3. Доливають до ґрунту з бюретки 100 мл 0,1 н розчину HCl і збовтують вміст 1 годину на ротаторі чи рукою.

4. Після збовтування колбу залишають на добу.

5. Потім вміст колби профільтровують через сухий беззольний фільтр. Якщо перші порції фільтрату виявляться мутними, то їх знову виливають на той же фільтр.

6. По закінченні фільтрування піпеткою відбирають 50 мл прозорого фільтрату в конічну колбу на 150—200 мл.

7. До нього доливають 2—3 краплі фенолфталеїну і кип'ятять 1—2 хвилини, щоб видалити CO₂.

8. Гарячий фільтрат відтитровують 0,1 н розчином NaOH до слабо-рожевого фарбування з точністю до краплі (0,03—0,04 мл). Суму обмінних основ обчислюють за формулою:

$$S = \frac{(a \cdot K_{HCl} - b \cdot K_{NaOH}) \cdot 100 \cdot 0.1}{C}, \quad (30)$$

де S – сума обмінних основ (м.-екв. на 100 г ґрунту);
 a – кількість мілілітрів фільтрату 0,1 н НС1, взятого для титрування;
 K_{HCl} – поправка до титру НС1;
 b – кількість мілілітрів 0,1 н NaOH, яка пішла на титрування взятого об'єму фільтрату;
 K_{NaOH} – поправка до титру NaOH;
100— коефіцієнт перерахування на 100г ґрунту;
 C - наважка ґрунту, що відповідає взятому для титрування об'єму фільтрату;
0,1 – коефіцієнт перекладу в мілі-еквіваленти. Якщо сума обмінних основ у ґрунті очікується більше 15 м-екв., то соляної кислоти беруть 200 мл чи зменшують наважку ґрунту до 10 г. Практично керуються наступними даними: для дерново-підзолистих і світло-сірих лісових ґрунтів беруть 20 г і 100 мл НС1, для сірих, темно-сірих і чорноземів – 20 м і 200 мл НС1.
Реактиви. 1. Титрований 0,1 н розчин НС1.2. Титрований 0,1 н розчин NaOH. 3. Фенолфталеїн.

4.2. Кислотність ґрунту

Кислотність розчину обумовлена іонами водню, що знаходяться в ньому. Кількісно вона може бути виражена в м-екв. водню на 100 г ґрунту і величиною рН.

При нейтральній реакції розчину рН = 7, при кислій < 7, при лужній >7.

В залежності від того, у якому стані знаходяться в ґрунті іони водню, розрізняють такі види кислотності: актуальну (активну) і потенційну (сховану) з підрозділом останньої на обмінну і гідролітичну. Для судження про кислотність ґрунту визначають рН водного і сольового розчинів. Величина рН водного розчину характеризує актуальну, а рН сольового – потенційно обмінну кислотність ґрунту.

За рахунок обмінної кислотності може відбуватися збільшення актуальної кислотності.

Звичайно рН сольової витяжки нижче рН водної витяжки.

Значення рН сольової витяжки (обмінної кислотності) має важливе значення для вирішення питання про необхідність вапнування ґрунтів. При застосуванні добрив також треба враховувати величину обмінної кислотності.

Величину рН можна визначити колориметричним і потенціометричним методами. Колориметричний метод дає можливість визначати рН тільки в безбарвних і прозорих розчинах. Електрометричними методами

можна визначати рН у прозорих і мутних розчинах і безпосередньо в ґрунтових суспензіях. В даний час в основному користаються потенціометричним методом.

4.3. Визначення кислотності ґрунту (рН) потенціометричним методом

Потенціометричний метод визначення рН заснований на вимірі електрорушійної сили (ЕРС), що виникає при опусканні в ґрунтову суспензію, у водну чи сольову витяжку двох різних електродів (вимірювального й електрода порівняння). Потенціал електрода порівняння не залежить від значення рН випробуваного розчину. Потенціал вимірювального електрода зв'язаний із рН розчину чи ґрунту і визначається ним. Як електроди порівняння частіше використовують хлоросрібні електроди і каломельні електроди, у якості вимірювальних — платинові і скляні електроди.

Скляні електроди мають переваги перед іншими електродами при вимірі рН — на точність визначення не робить впливу наявність у розчині окислювачів, відновників, колоїдних речовин, важких металів. Вимір можна проводити в широкому діапазоні значень рН. Робочою частиною скляного електрода є скляна мембрана. При вимірі рН між мембраною і розчином (суспензією) виникає різниця потенціалів, величина якої залежить від активності іонів водню в розчині. По різниці потенціалів на скляному електроді й електроді порівняння визначають рН. Застосовувані в практиці прилади відкалібровані в одиницях рН і ОВП (окислювально-відновного потенціалу). Детальний опис і схема пристрою їх дані в прикладеній до кожного приладу інструкції. Для визначення рН необхідно проробити: 1) підготувати ґрунт чи суспензію для виміру; 2) підготувати прилад для виміру; 3) підготувати електроди для виміру. При підготовці електродів їх вимочують у 0,1 н НСІ 5 – 7 діб до встановлення постійного потенціалу асиметрії. Перед опусканням у суспензію електроди ретельно обмивають дистильованою водою. Для підготовки приладу для вимірів необхідно після включення його в мережу і підключення електродів установити ізопотенціальну крапку, що відповідає застосовуваному електроду, температурну компенсацію, настроїти прилад за буферними розчинами. рН визначають у ґрунті, суспензії та у різних витяжках (частіше у водній і у витяжці 1 н КСІ). При встановленні рН у суспензії й у витяжці для мінеральних горизонтів прийняте співвідношення ґрунт: вода (чи розчин 1 н. КСІ) 1:5; у торф'яних ґрунтах і в лісових підстилках – 1:25. Необхідно враховувати, що з розведенням розчину він частіше підлужнюється, при центрифугуванні з кислих ґрунтів центрифугат підлужнюється, а з лужних – слабо підкислюється. Зміна температури розчину при відсутності компенсації на тем-

пературу також веде до зміни рН. Малобуферні розчини варто ретельно перемішувати при визначенні рН у зв'язку з підлужнюванням прилягаючого до скляного електрода шару, інакше рН виходить більш лужним.

4.4. Визначення гідролітичної кислотності

Визначення гідролітичної кислотності засноване на тому, що при взаємодії розчину CH_3COONa з ґрунтом утвориться оцтова кислота, яка відтитровується лугом. По кількості мілілітрів лугу, яка пішла на титрування, і судять про величину гідролітичної кислотності.

Хід аналізу. 1. На технохімічних терезах відважують 20 г повітряно-сухого ґрунту, просіяного крізь сито в 1 мм, і висипають у колбу на 200 мл.

2. Доливають до ґрунту 50 мл 1,0 н розчину CH_3COONa , збовтують вміст колби на приладі для збовтування протягом 1 години.

Годинне збовтування можна замінити п'ятихвилинним збовтуванням рукою з наступним відстоюванням суспензії протягом доби.

3. Суспензію відфільтровують через сухий складчастий фільтр. Перед фільтруванням рідину добре збовтують, на фільтр переносять і ґрунт.

Якщо фільтрат виявиться мутним, його варто знову профільтрувати через той же фільтр.

4. Відбирають піпеткою 25 мл прозорого фільтрату і переносять у конічну колбу на 100 мл.

5. Додають 1—2 краплі фенолфталеїна й відтитровують фільтрат без підігрівання 0,1 н розчином NaOH до слабо-рожевого кольору, який не зникає протягом 1 хвилини.

Гідролітичну кислотність обчислюють за формулою:

$$H = \frac{a \cdot K_{\text{NaOH}} \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 1,75}{C} \quad (31)$$

де H – гідролітична кислотність (м.-екв. , на 100 г ґрунту);

a – кількість мілілітрів 0,1 н. NaOH , яка пішла на титрування взятого об'єму фільтрату;

K_{NaOH} – поправка до титру NaOH ;

100 – коефіцієнт перерахування на 100 г ґрунту;

0,1 – коефіцієнт перерахування в мілі-еквіваленти;

1,75 – поправка на повноту витіснення іонів водню;

C – наважка ґрунту, що відповідає взятому для титрування об'єму фільтрату.

Реактиви. 1. 1,0 н розчин CH_3COONa . 2. Титрований розчин 0,1 н NaOH . 3. Фенолфталеїн.

4.5. Обчислення ступеня насиченості ґрунтів основами

Ступенем насиченості ґрунтів основами називається відношення суми обмінних основ до ємності вбирання.

До складу обмінних катіонів кислих ґрунтів поряд з вбирними основами (головним чином Са і Mg) входять вбирні іони водню й алюмінію.

Ступінь насиченості показує, яку частину всіх вбирних катіонів складають вбирні основи.

При ступеню насиченості менше 100% ґрунт відносять до групи не насичених основами. Ступінь насиченості обчислюють за формулою:

$$V = \frac{S \cdot 100}{S + H}, \quad (32)$$

де V – ступінь насиченості ґрунту основами (%);

S – сума обмінних основ (м.-екв.);

H – гідролітична кислотність (м.-екв.);

S + H – ємність вбирання кислих ґрунтів;

100 – коефіцієнт перерахування у відсотки.

Обчислення ступеня насиченості необхідно для визначення потреби ґрунтів у вапнуванні.

4.6. Визначення потреби ґрунтів у вапнуванні та обчислення доз вапна

Потреба ґрунту у вапнуванні визначається за такими даними: 1) рН сольової витяжки; 2) ступінь насиченості основами; 3) механічний склад. Крім цих показників, варто враховувати і чутливість до кислотності рослин, що оброблюються.

Після встановлення потреби ґрунту у вапнуванні за величиною гідролітичної кислотності розраховують дозу вапна для нейтралізації кислотності.

У першому наближенні потреба ґрунтів у вапнуванні можна встановити по рН сольової витяжки (КС1), керуючись наступними даними:

I - ґрунт сильно має потребу у вапнуванні, рН < 4,5

II - ґрунт середньо має потребу у вапнуванні, рН 4,5 – 5,0

III - ґрунт слабо має потребу у вапнуванні, рН 5,1 – 5,5

IV- ґрунт не має потребу у вапнуванні, рН >5,5

Для судження про необхідність вапнування мінеральних і торф'яних ґрунтів з обліком їх рН, ступеня насиченості і механічного складу можна керуватися наступними нормативами (табл.4.6.1.).

При тих самих значеннях кислотності легкі ґрунти менше мають потребу у вапнуванні, чим важкі.

Дозу вапна визначають по величині гідролітичної кислотності. Розрахунок ґрунтується на такому:

Внесене в ґрунт вапно перемішується з орним горизонтом і нейтралізує його кислотність. Тому для обчислення дози вапна треба знати, скільки іонів водню міститься в орному шарі 1 га, для чого необхідно знати масу орного шару. Якщо прийняти щільність ґрунту 1,5, а потужність орного горизонту — 20 см, то маса орного шару на 1 га буде $1,5 \times 20 \times 10000000 = 300000000$ г, чи 300000 кг, чи 300 т.

Наприклад, гідролітична кислотність дорівнює 4,5 м-екв., тобто в 100 г ґрунту обмінного водню 4,5 м.-екв. Тоді в 1 кг ґрунту буде міститися 45 м-екв., чи 45 мг, чи 0,045 м, а у всьому орному шарі на 1 гектарі— $0,045 \times 3000000 = 135000$ м, чи 135 кг обмінного водню. Ця кількість обмінних іонів водню і слід нейтралізувати. На нейтралізацію 1 кг обмінного водню потрібно 50 кг вапна відповідно до реакції $2H^+ + CaCO_3 = Ca^{2+} + H_2O + CO_2$. Звідси вапна потрібно $135 \times 50 = 6750$ кг, чи 67,5 ц, чи 6,75 т на 1 га.

Відразу норму вапна в тонах на гектар можна розрахувати множенням величини гідролітичної кислотності на 1,5. У нашому прикладі $4,5 \times 1,5 = 6,75$ т на 1 га. Це в тому випадку, якщо орний, шар має товщину 20 см, а щільність ґрунту $1,5 \text{ г/см}^3$.

Орієнтовані дози вапна в залежності від кислотності і механічного складу дерново-підзолистих ґрунтів подані в таблиці 4.6.2.

Таблиця 4.6.2 – Орієнтовані дози вапна для дерново-підзолистих ґрунтів

Механічний склад ґрунтів	рН сольової витяжки					
	4,5 та менше	4,6	4,2	5,0	5,2	5,4-5,5
	Дози $CaCO_3$ (т/га)					
Супісь та легкий суглинок	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Середній та важкий суглинок	6,0	5,5	3,0	4,5	4,0	3,5

Для торф'яних горизонтів, торфованих і добре угноєних ґрунтів об'ємна маса складає менш 1 г на 1 см^3 (для верхових торфів менш 0,1 г на 1 см^3). Обчислення дози вапна для таких ґрунтів множенням гідролітичної кислотності на коефіцієнт 1,5 дасть дуже завищені результати. Тому при визначенні дози вапна необхідно враховувати величину гідролітичної кислотності (вона в торфах від 50 до 200 м.-екв. на 100 г ґрунту; в торфованих горизонтах 10 – 30 м.екв.) і масу орного шару.

Таблиця 4.6.1 – Оцінка потреби у вапнуванні в залежності від властивостей ґрунту (за М.Ф. Корніловим)

Ґрунти	Потреба у вапнуванні							
	сильна		середня		слабка		відсутня	
	pH	V, %	pH	V, %	pH	V, %	pH	V, %
Важкі і середньосуглинкові	<5,0	<45	5,0–5,5	45–60	5,5–6,0	60–70	>6,0	>70
	<4,5	<50	4,5–5,0	50–65	5,0–5,5	65–75	>5,5	>75
	<4,0	<55	4,0–4,5	55–70	4,5–5,0	70–80	>5,0	>80
Легкосуглинкові	<5,0	<35	5,0–5,5	35–55	5,5–6,0	55–65	>6,0	>65
	<4,5	<40	4,5–5,0	40–60	5,0–5,5	60–70	>5,5	>70
	<4,0	<45	4,0–4,5	45–55	4,5–5,0	65–75	>5,0	>75
Супіщані і піщані	<5,0	<30	5,0–5,5	30–45	6,5–6,0	45–55	>6,0	>55
	<4,5	<35	4,5–5,0	35–50	5,0–5,5	50–60	>5,5	>60
	<4,0	<40	4,0–4,5	40–46	4,5–5,5	55–65	>5,0	>65
Торф'яні та торф'яно-болотні	<3,5	<35	3,5–4,2	35–55	4,2–4,8	55–65	>4,8	>65

Для верхових боліт зі слабо розложеним торфом доза вапна дорівнює близько 8 – 10 т; для низинних боліт із рН сольової витяжки 4,8 близько–біля 2 – 3 т на 1 га.

4.7. Визначення реакції ґрунту за допомогою рН – метра № 5123

Реакція ґрунту обумовлена наявністю та співвідношенням у ґрунтовому розчині водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів та характеризується рН – від’ємним логарифмом активності іонів у розчині. У залежності від складу розчинних речовин та характеру їх взаємодії з твердою фазою ґрунту, які визначають співвідношення між концентраціями водневих та гідроксильних іонів у ґрунтовому розчині, ґрунти можуть мати нейтральну (рН 7), кислу (рН < 7) або лужну (рН > 7) реакцію.

Реакція ґрунту залежить від сумісної дії цілого ряду факторів: хімічного та мінералогічного складу мінеральної частини ґрунту, наявності вільних солей, вмісту та якості органічних речовин, складу ґрунтового повітря, вологості ґрунту, життєдіяльності організмів.

Метою цієї лабораторної роботи є визначення за допомогою рН-метра реакції ґрунтового розчину і в залежності від концентрації іонів водню (H^+). Крім цього, необхідно вирішити питання необхідності хімічних меліорацій досліджуваного ґрунту (вапнування чи гіпсування), спрямованих на підвищення їх родючості.

Запуск приладу

Перед увімкненням живлення перемикач діапазонів (8) необхідно встановити на “Т”, а перемикач полярності (7) на “–”.

Вороток крутизни (9) встановити так, щоб його позначка співпадала з показником на корпусі.

Вороток температурної компенсації (10) встановити на фактичне значення еталонних розчинів. Комбінований електрод А Р-209 підключити до вхідного гнізда (6). Провірити установку стрілки показника чітко на нуль при необхідності провести корекцію за допомогою механічного коректора нуля (12), підключити живлення за допомогою клавіші “Wt”.

Прилад зразу придатний для градуювання та вимірювань у діапазоні наближених вимірювань. Для вимірювання в діапазоні точних вимірювань рекомендується 5-ти хвилинне попереднє нагрівання приладу.

Вимірювання рН у діапазоні наближених вимірювань

а) Градуювання рН-метра еталонним розчином у діапазоні наближених вимірювань:

– перемикач діапазонів встановити в положення “Т”.

– підключити комбінований електрод до рН-метра, занурити його в еталонний розчин рН-: 88, поміряти з точністю до $\pm 1^0C$ температуру розчину, і, якщо температура відмінна від 20^0C , відрахувати величину рН розчину із коректуючої таблиці,

Рис. 3. Розміщення елементів обслуговування рН-метра::

1. Вимичка живлення.
2. Кнопка контролю батарей.
3. Гніздо для підключення послідовного резистора при титруванні.
4. Гніздо для заземлення приладу.
5. Вхідне гніздо для електродів порівняння, а також від'ємний полюс внутрішнього джерела напруги для поляризації електродів.
6. Вхідне гніздо для вимірювального або комбінованого електрода.
7. Перемикач полярності вимірювальної напруги.
8. Перемикач діапазонів.
9. Воріток згодженості крутизни характеристики електрода при вимірюванні рН, рХ.
10. Воріток температурної компенсації.
11. Воріток АР (установка нуля) – для градуювання рН-метра на еталонному розчині та переміщення нуля в діапазоні точних вимірювань рН, рХ та мВ.
12. Коректор нуля механічного вимірювача.
13. Вихідне гніздо для реєстратора (+)
14. Вихідне гніздо для реєстратора (-).

– вороток температури встановити точно показання вимірювача на температуру еталонного розчину,

– показник режиму вимірювання встановити в положення 14 рН,

– за допомогою воротка АР точно встановити стрілку показника на відповідне значення розчину.

Прилад, підготовлений для вимірювання в діапазоні наближених вимірювань.

б) Заміри (температура досліджуваного розчину не повинна відрізнятися більш ніж на 10°C від температури еталонного розчину):

– перемикач діапазонів встановити в положення “Т”,

– електрод промити дистильованою водою, висушити фільтрувальним папером,

– занурити електрод в досліджуваний розчин,

– вороток температури встановити на температуру досліджуваного розчину,

– перемикач діапазонів встановити на температуру досліджуваного розчину,

– перемикач діапазонів встановити в положення “14 рН”,

– відрахувати по нижній шкалі величину досліджуваного розчину,

– перемикач діапазонів встановити в положення “Т”.

в) Корегування крутизни характеристики електроду. В результаті нормальної будови електроду зменшується крутизна його характеристики. Тому для забезпечення точності вимірювань не менш 0,1 рН необхідна періодична підстройка підсилення рН-метра, для цього необхідно:

- провести корегування потенціалу асиметрії відповідно до пункту (а),

- електрод занурити в інший еталонний розчин, який відрізняється від рН 7 (наприклад, 4,00 або 9,22 одиниць рН) та провести вимірювання,

- воротком крутизни mV / pH становити стрілку точно на рН другого еталонного розчину, який випростовується для градування. Необхідно застосувати еталонний розчин з рН, зближеним з досліджуваним розчином, температура обох розчинів, які використовуються для градування рН-метра, повинна бути однаковою.

Приготування ґрунтової суспензії

1.Зваживши на технічних терезах 12 г. повітряно – сухого ґрунту, яке просіяно через сито з отвором 1 мм, висипати його у стаканчики об’ємом 50 мл.

2.Вімірити мірним циліндром 30 мл. 1Н розчину КС1; вилити в стаканчик з ґрунтом, перемішати та залишити на добу.

5.1. Визначення запасів корисної вологи у різних ґрунтах

Вода – це один з найважливіших факторів у житті рослин. На воду, яка потрапляє до ґрунту, впливають різні сили природи, від яких залежить її пересування та акумуляція, міра доступності для рослин.

Особливе велике значення для рослин має корисна (продуктивна) волога, тобто волога, яка легко споживається рослинами із ґрунту.

Щоб розрахувати корисний запас вологи (КЗВ) у ґрунті необхідно від загального запасу вологи (ЗЗВ) відняти запас важкодоступної вологи (ЗВВ).

$$\text{КЗВ} = \text{ЗЗВ} - \text{ЗВВ} \quad (33)$$

В агрометеорологічній практиці запас вологи у ґрунті розраховують у міліметрах водного шару, чи в кубічних метрах (тонах) на один гектар.

Вміст вологи розраховують окремо для кожного генетичного горизонту, тому, що їх щільність та вологість змінюється залежно від шару ґрунтового профілю.

Щільність ґрунту також значною мірою залежить від його механічного складу та вмісту органічної речовини (гумусу), які впливають в свою чергу на структуру ґрунту та його здібність утримувати певну кількість води (вологоємність).

Запаси води за окремими генетичними горизонтами визначають згідно формулі:

$$V = a d_v H, \quad (34)$$

де V – запаси води для шару ґрунту H , $\text{м}^3/\text{га}$,

a – вагова вологість ґрунту, %,

d_v – щільність ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$,

H – товщина шару ґрунту, см.

Для цього, щоб визначити запас води в міліметрах водяного стовпа, необхідно розраховану кількість води (м^3 або тони) поділити на 10, тому що шар води товщиною 1 мм на площі 1 га буде складати за об'ємом 10 м^3 , тобто 10 тон.

Використовуючи формулу (2) можливо визначити загальні запаси вологи на глибині ґрунту, яка нас цікавить:

Завдання 1 – Визначити КЗВ у метровому шарі дерново-середньопідзолистого супіщаного та світло-сірого опідзоленого середньосуглинкового ґрунту

Шар, см	ґрунт											
	Дерново-середньопідзолистий супіщаний на водно-льодовикових пісках						Світло-сірий опідзолений середньосуглинковий на ліси					
	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щільність ґрунту, г/см ³	Най-менша волого-ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щільність ґрунту, г/см ³	Най-менша волого-ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм
0-10	0.87	14.86	1.48	14.30	2.00		4.19	23.40	1.35	20.20	5.50	
10-20	0.42	14.12	1.53	13.42	1.98		2.32	22.54	1.42	19.63	5.65	
20-30	0.10	13.26	1.61	12.50	1.90		0.94	21.50	1.47	18.90	5.80	
30-40	0.18	15.31	1.63	12.68	2.34		0.85	25.47	1.45	19.21	9.13	
40-50	0.23	17.26	1.65	12.90	2.60		0.71	29.60	1.43	19.50	11.40	
50-60	0.15	17.01	1.65	12.70	2.64		0.52	31.20	1.44	19.56	12.11	
60-70	0.09	16.73	1.66	12.50	2.82		0.43	32.83	1.46	19.83	12.89	
70-80	0.07	16.52	1.67	12.01	2.83		0.38	33.97	1.47	20.01	13.12	
80-90	0.05	16.38	1.68	11.63	2.989		0.32	34.50	1.48	20.20	13.60	
90-100	0.04	16.11	1.68	11.0	3.30		0.33	35.84	1.51	20.23	13.60	
Σ0-100	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	

Завдання 2 – Визначити КЗВ у метровому шарі дерново-середньопідзолистого легкосуглинкового ґрунту та чорнозему звичайного середньосуглинкового

	Ґрунт											
	Дерново-середньопідзолистий легкосуглинкового на водно-льодовикових суглинках						Чорнозем звичайний середньосуглинковий на лесі					
	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щільність ґрунту, г/см ³	Найменша вологоємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щільність ґрунту, г/см ³	Найменша вологоємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм
Шар, см												
0-10	1.17	20.82	1.34	19.70	4.00		6.10	33.84	1.10	32.10	12.06	
10-20	0.89	19.26	1.38	19.00	3.96		6.00	33.84	1.10	32.00	12.06	
20-30	0.52	19.01	1.41	18.65	3.91		5.83	33.87	1.15	31.61	12.00	
30-40	0.35	18.21	1.45	17.80	4.00		5.65	33.90	1.20	31.15	12.00	
40-50	0.30	20.71	1.53	16.90	4.80		5.09	32.96	1.23	30.43	11.90	
50-60	0.30	21.13	1.53	16.90	4.81		4.07	32.55	1.25	29.00	11.84	
60-70	0.27	21.71	1.56	16.79	4.86		4.04	31.31	1.27	28.70	12.20	
70-80	0.26	22.35	1.55	16.82	4.80		2.52	33.51	1.27	27.90	12.06	
80-90	0.26	23.00	1.57	16.84	4.80		2.30	33.11	1.28	27.00	11.72	
90-100	0.26	23.59	1.58	16.80	4.80		1.27	34.15	1.31	24.40	11.96	
Σ0-100	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	

Завдання 3 – Визначити КЗВ у метровому шарі сірого опідзоленого важкосуглинкового ґрунту та чорнозему типового важкосуглинкового

	Ґрунт											
	Сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі						Чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі					
	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм
Шар, см												
0-10	5.32	32.10	1.25	26.30	6.00		6.82	52.63	1.10	39.00	17.00	
10-20	2.03	32.85	1.37	24.00	6.10		5.61	52.52	1.13	39.00	16.90	
20-30	1.21	35.15	1.42	23.60	7.21		5.12	52.85	1.15	36.80	17.23	
30-40	0.69	37.08	1.46	23.30	8.80		4.67	53.08	1.18	32.60	18.60	
40-50	0.68	42.62	1.45	23.63	9.23		4.02	50.98	1.28	31.70	19.10	
50-60	0.56	47.28	1.47	24.00	10.48		3.81	50.71	1.32	30.30	18.70	
60-70	0.49	51.55	1.46	24.10	11.70		3.48	50.69	1.44	29.20	18.20	
70-80	0.48	51.56	1.50	24.25	11.81		3.01	50.43	1.45	28.20	18.00	
80-90	0.47	49.99	1.49	24.51	11.73		2.29	50.12	1.46	27.20	17.90	
90-100	0.39	47.82	1.46	24.50	11.80		2.14	49.84	1.50	24.10	16.70	
Σ0-100	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	

Завдання 4 – Визначити КЗВ у метровому шарі темно-сірого опідзоленого важкосуглинкового ґрунту та чорнозему південного важкосуглинкового

	ґрунт											
	Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі						Чорнозем південний важкосуглинковий на лесі					
	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм	гумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм
Шар, см												
0-10	7.29	53.04	1.07	28.83	13.27		3.10	59.99	1.00	31.90	11.00	
10-20	2.30	51.86	1.23	25.53	11.67		2.93	59.83	1.17	28.48	11.06	
20-30	2.12	52.73	1.27	25.01	11.90		2.60	59.27	1.26	27.90	11.12	
30-40	2.00	54.22	1.31	24.70	12.21		2.01	61.21	1.30	25.82	12.03	
40-50	1.90	56.32	1.35	23.49	13.04		1.50	62.18	1.32	23.90	12.86	
50-60	1.08	59.89	1.37	23.51	13.11		0.90	56.94	1.42	23.30	12.32	
60-70	0.90	61.32	1.42	22.47	12.58		0.73	58.38	1.48	22.14	11.77	
70-80	0.65	62.74	1.47	23.32	12.99		0.60	59.87	1.51	20.60	10.90	
80-90	0.62	62.78	1.51	21.21	13.52		0.56	60.93	1.51	21.43	11.00	
90-100	0.60	62.66	1.56	20.95	13.75		0.50	61.09	1.52	21.90	11.52	
Σ0-100	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	

Завдання 5 – Визначити КЗВ у метровому шарі чорнозему опідзоленого середньосуглинкового ґрунту та темно-каштанового солонцюватого легкосуглинкового ґрунту

	Ґрунт											
	Чорнозем опідзолений середньосуглинковий на лесі						Темно-каштановий солонцюватий легкосуглинковий на лесі					
	ґумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм	ґумус, %	Σ фракцій, < 0,01 мм	Щіль- ність ґрунту, г/см ³	Най- менша волоγο- ємність, %	ВЗ, %	КЗВ, мм
Шар, см												
0-10	5.19	42.30	1.19	31.50	11.50		3.40	62.90	1.17	29.50	12.86	
10-20	4.70	42.30	1.21	30.90	11.70		3.12	62.43	1.20	28.72	12.54	
20-30	4.01	43.21	1.24	29.21	11.72		2.40	62.20	1.24	27.00	13.00	
30-40	3.33	43.03	1.26	27.30	11.80		1.18	63.50	1.32	25.50	13.40	
40-50	2.28	41.82	1.29	26.43	11.83		1.00	62.22	1.39	23.23	13.21	
50-60	1.67	40.45	1.35	25.70	11.70		0.90	61.50	1.45	21.60	13.65	
60-70	1.23	40.31	1.36	25.25	11.74		0.72	61.56	1.48	21.71	13.43	
70-80	1.00	40.12	1.36	25.20	11.54		0.61	63.60	1.49	21.30	12.80	
80-90	0.96	39.87	1.37	25.00	11.60		0.50	61.60	1.48	21.80	12.10	
90-100	0.93	38.80	1.39	25.40	10.00		0.43	59.80	1.49	21.40	11.80	
Σ0-100	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	

$$OЗВ = (a_1 d_{v1} H_1) + (a_2 d_{v2} H_2) + \dots + (a_n d_{vn} H_n), \quad (m^3/га) \quad (35)$$

де $a_1 d_{v1} H_1$ – вагова волога, щільність та товща першого шару ґрунту відповідно;

$a_2 d_{v2} H_2$ – теж саме для другого шару і т.п.

Запаси важкодоступної вологи (ЗВВ) розраховують аналогічно загальним запасам, але замість корисної вологи у тих самих горизонтах ґрунту беруть вологість стійкого зів'янення рослин (ВЗ).

$$ЗВВ = (ВЗ_1 d_{v1} H_1) + (ВЗ_2 d_{v2} H_2) + \dots + (ВЗ_n d_{vn} H_n), \quad (36)$$

Різниця між ЗЗВ та ЗВВ дає кількість корисної вологи у ґрунті (див. вираз 33).

Для визначення діапазону корисних запасів вологи (КЗВ) у ґрунті (можливі максимальні запаси, які здібні довгий період утримуватися у ґрунті) замість польової вологості ґрунту використовують дані про найменшу вологомісткість.

5.2. Водно-фізичні властивості ґрунтів

Фізичні властивості ґрунтів та фізичні процеси, які в ньому протікають, є дуже важливими факторами формування родючості ґрунтів.

Агрофізична оцінка ґрунтів є однією з основних складових частин теоретичного обґрунтування агротехнічних засобів землеробства та сільськогосподарської меліорації ґрунтів з метою поліпшення фізичних властивостей ґрунтів, доведення їх до потреб с/г культур.

Мета роботи – навчити студентів методиці розрахунків деяких фізичних властивостей ґрунтів за допомогою формул, використовуючи вхідні параметри ряду вихідних показників.

ґрунт складається з трьох частин (фаз): твердої, рідкої та газоподібної. Тверді частки різних розмірів та форм утворюють “скелет” ґрунту. Між ними знаходяться пори. Вони також відрізняються за формою та розміром. У сухому ґрунті пори заповнені повітрям. Можливі такі випадки, коли всі пори заповнені водою.

Для с/г культур має велике значення, який об'єм займає кожна з цих фаз ґрунту в період росту та розвитку рослини. Долю кожної з фаз (твердої, рідкої та газоподібної) ґрунту можна визначити (розрахувати), уявивши собі, що вони знаходяться в резервуарі та займають певний об'єм (рис. 4).

Якщо уявити, що всі тверді частки стиснуті у шар товщиною C з площею грані A , то розчин ґрунту в цьому резервуарі буде займати шар товщиною v , а повітря ґрунту – відповідно шар a .

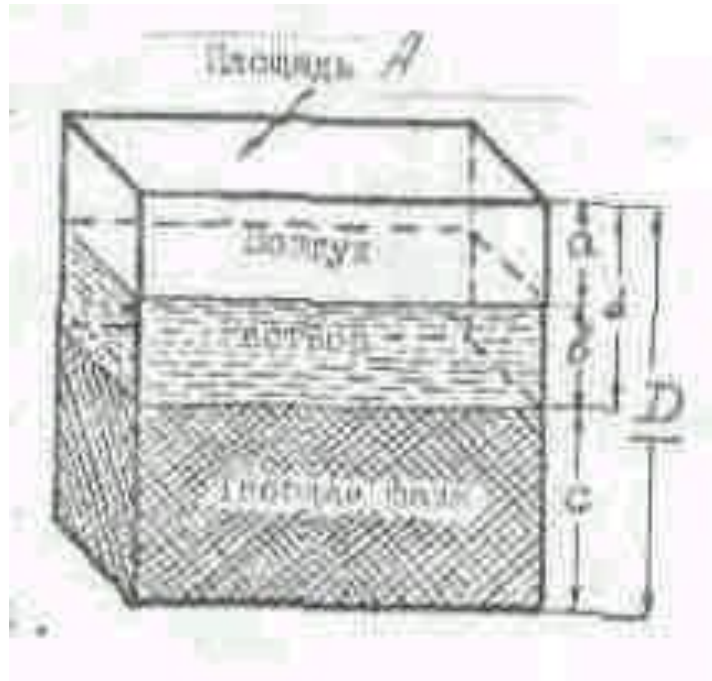


Рис. 4. Частка фаз ґрунту:
а – повітря; в – розчин; с – тверда фаза.

Визначимо показники вологості, пористості та щільності ґрунту, виходячи з рисунку.

У зразку ґрунту, в якому міститься вода, можна визначити масу її шляхом висушування при температурі 105°C на протязі 6 годин. Кількість води у ґрунті буде складати різницю між масою зразка ґрунту до висушування та після.

Вологість ґрунту по відношенню до маси ґрунту (відношення маси води до маси сухого ґрунту можна визначити виразом):

$$\theta_m = \frac{\text{маса води}}{\text{маса сухого ґрунту}} = \frac{P_{wv}VA}{P_{pc}A} = \frac{P_{wv}}{P_{pc}}, \quad (37)$$

де P_w – щільність води,

P_p – щільність твердої фази ґрунту.

Якщо виразити це відношення у відсотках, воно набуде вигляду:

$$P_m = \theta_m \cdot 100\% = \frac{P_{wv}}{P_{pc}} \cdot 100\% \quad (38)$$

Знаючи об'єм води та загальний об'єм ґрунту, можна визначити об'ємну вологість ґрунту (θ_v) чи водні відношення (відношення об'єму води до загального об'єму ґрунту):

$$\theta_V = \frac{\text{об'єм води}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} = \frac{vA}{AD} = \frac{v}{D} \quad (39)$$

Об'ємна вологість у відсотках:

$$P_V = \theta_V \cdot 100\% = \frac{v}{D} \cdot 100\% \quad (40)$$

Товщина шару води D_e еквівалента товщині рідкої фази:

$$D_e = \frac{\text{об'єм води}}{\text{площа поверхні}} = \frac{vA}{A} = v \quad (41)$$

щільність ґрунту:

$$P_c = \frac{\text{маса сухого ґрунту}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} = \frac{P_p c A}{AD} = \frac{P_p c}{D} \quad (42)$$

Пористість ґрунту можна розрахувати знаючи сумарний об'єм пор та загальний об'єм пор:

$$E = \frac{\text{сумарний об'єм пор}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} \frac{dA}{DA} = \frac{d}{D} \quad (43)$$

Вологість насичення (повна вологоємність):

$$\theta_{mc} = \frac{\text{маса води при насиченні}}{\text{маса сухого ґрунту}} = \frac{P_w (a + v) A}{P_p c A} = \frac{P_w (a + v)}{P_p c} \quad (44)$$

Пористість аерації (пористість, яка зайнята повітрям):

$$E_a = \frac{\text{об'єм пор, зайнятий повітрям}}{\text{загальний об'єм пор}} \frac{aA}{DA} = \frac{a}{D} \quad (45)$$

Відносне насичення зразка ґрунту водою:

$$\theta_{vr} = \frac{\text{об'єм пор, зайнятий водою}}{\text{загальний об'єм пор}} = \frac{vA}{dA} = \frac{v}{d} \quad (46)$$

Роздивимося практичне застосування формул

Приклад:

Дано: Куб ґрунту дерново-слобопідзолистого ґрунту на водно-льодовикових пісках розміром 10x10x10 см, котрий має загальну (вологу) масу 1700 г, де 218 г складає вода. Щільність води P_w становить 1.0 г/см^3 , а щільність твердої фази ґрунту $P_p = 2.63 \text{ г/см}^3$.

Знайти: Вологість по відношенню до маси, вологість у відсотках сухої маси, об'ємну вологість, товщину шару води, щільність ґрунту, пористість ґрунту, повну вологоємність, пористість аерації та відносне насичення.

Рішення:

1. Вологість по відношенню до маси сухого ґрунту:

$$Q_m = \frac{\text{маса води}}{\text{маса сухого ґрунту}} = \frac{218}{1700 - 218} = \frac{218}{1482} = 0.147$$

2. Вологість у відсотках до сухої маси:

$$P_m = Q_m \cdot 100 = 0.147 \cdot 100 = 14.7 \%$$

3. Об'ємна вологість, чи водне відношення:

$$Q_v = \frac{\text{об'єм води}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} = \frac{\frac{\text{маса води}}{\text{щільність води}}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} = \frac{218 \text{ см}^3}{1000 \text{ см}^3} = 0.218$$

4. Об'ємна вологість у відсотках:

$$P_v = Q_v \cdot 100 \% = 0.218 \cdot 100 = 21.8 \%$$

5. Товщина шару води:

$$D_e = \frac{\text{об'єм води}}{\text{площа поверхні}} = \frac{\frac{\text{маса води}}{\text{щільність води}}}{\text{площа поверхні}} = \frac{218 \text{ см}^3}{100 \text{ см}^2} = 2.18 \text{ см}$$

6. Щільність ґрунту:

$$P_c = \frac{\text{маса сухого ґрунту}}{\text{загальний об'єм ґрунту}} = \frac{1482 \text{ г}}{1000 \text{ см}^3} = 1.48 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

7. Товщина шару ґрунту у зразку:

$$C = \frac{\text{об'єм твердих частин}}{\text{площа поверхні зразка}} = \frac{\text{маса твердих частин}}{\text{щільність твердої фази} \times \text{площа поверхні зразка}} = \frac{mS}{P_p A} =$$

$$= \frac{1482/2.63 \text{ г/см}^3}{10 \times 10} = 5.63 \text{ см}$$

8. Товщина шару повітря α визначають як різницю між загальною висотою зразка та товщиною шару води і твердої фази ґрунту:

$$\alpha = D - (v + c) = 10 \text{ см} - (2.18 \text{ см} + 5.63 \text{ см}) = 2.19 \text{ см}$$

9. Пористість ґрунту:

$$E = \frac{\text{сумарний об'єм пор (вода + повітря)}}{\text{загальний об'єм пор}} = \frac{(a + v)A}{DA} =$$

$$= \frac{(2.19 + 2.18) \times 10 \text{ см} \times 10 \text{ см}}{10 \text{ см} \times 10 \text{ см} \times 10 \text{ см}} = 0.437$$

10. Повна вологоємність (вологість насичення по відношенню до маси):

$$\theta_{mc} = \frac{\text{маса води при насиченні}}{\text{маса сухого ґрунту}} = \frac{P_w(a + v)A}{P_p c A} = \frac{P_w(a + v)}{P_p c} =$$

$$= \frac{1.00 \text{ г/см}^3 \times 4.37 \text{ см}}{2.63 \text{ г/см}^3 \times 5.63 \text{ см}} = 0.295$$

11. Пористість аерації:

$$E_a = \frac{\text{об'єм пор, зайнятий повітрям}}{\text{загальний об'єм пор}} = \frac{aA}{DA} = \frac{a}{D} = \frac{2.19 \text{ см}}{2.18 \text{ см} + 2.19 \text{ см}} = 0.502$$

12. Відносне насичення:

$$\theta_{vr} = \frac{\text{об'єм пор, зайнятий водою}}{\text{загальний об'єм пор}} = \frac{2.18 \text{ см}}{4.37 \text{ см}} = 0.498$$

Завдання

Дано: Кубик ґрунту розміром 10 см X 10 см X 10 см. D= 10 см, A = 100 см² різних типів підтипів ґрунтів має слідуєчі показники (див. табл. 5.2.1)

Таблиця 5.2.1. Вологість та щільність твердої фази ґрунтів

Ґрунт	Маса вологого ґрунту, г	Маса води, г	Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³
1	2	3	4
1. Дерново–слабопідзолистий на водно-льодовикових пісках.	1700	218	2,63
2. Дерново-середньопідзолистий легкосуглинний на водно-льодовикових пісках	1600	260	2,63
3. Дерново-карбонатний на елювії крейдових порід	1565	295	2,68
4. Торф'яний низинний ґрунт	640	510	1,86
5. Світло-сірий опідзолений на лесі	1620	270	2,61
6. Сірий опідзолений на лесі	1699	329	2,66
7. Темно-сірий опідзолений на лесі	1378	308	2,63
8. Чернозем опідзолений на лесі	1565	375	2,62
9. Чернозем типовий на лесі	1558	328	2,55
10. Чернозем типовий на лесовидному суглинку	1611	371	2,61
11. Чернозем типовий середньогумусовий на лесі	1570	440	2,62
12. Лугово-черноземний ґрунт на лесовидному суглинку	1320	290	2,59
13. Чернозем звичайний на лесі	1453	353	2,60
14. Чернозем південний на лесі	1390	319	2,60
15. Темно-каштановий солонцеватий на лесі	1587	437	2,63
16. Дерновий поверхньо-глейовий осолоділий на оглеєних лесах	1512	432	2,70
17. Дерново-глейовий солончаковий на оглеєних лесах	1354	384	2,53

Знайти: Вологість по відношенню до масі, вологість у відсотках сухої маси, об'ємну вологість, товщину шару води, щільність ґрунту, пористість ґрунту повну вологоємність, пористість аерації та відносне насичення.

Література

1. Атлас почв Украинской ССР. – К.: Урожай, 1979, –160 с.
2. Почвоведение /Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982, – 720 с.
3. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965-1969. – Т. 1, 2, 1 – 663 с. II – 287 с.

Збірник методичних вказівок
з дисципліни "**Грунтознавство**"
до виконання лабораторних робіт
студентами II курсу екологічного факультету
та студентами III курсу метеорологічного факультету

Укладачі: к.с.-г. н., доцент Гуцал А.І.
к.г.н., доцент Дронова О.О.

Підпис до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір друк. №
Зам. №

Одеський державний екологічний університет,
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

"Затверджено"
на засіданні методичної ради
університету
Протокол № від 2002р.
Голова методичної ради
_____ С.А. Борик

Збірник методичних вказівок
з дисципліни "**Грунтознавство**"
до виконання лабораторних робіт
студентами II курсу екологічного факультету
та студентами III курсу метеорологічного факультету

"Затверджено"
на засіданні кафедри агрометеорології та
агрометеорологічних прогнозів
Протокол № 11 від 13.05. 2002 р.
Зав. кафедри _____ А.М.Польовий

"Затверджено"
на засіданні методичної комісії
метеорологічного факультету
Протокол № від 2002 р.
Декан _____ Г. П. Івус

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Збірник методичних вказівок
з дисципліни **"Грунтознавство"**
до виконання лабораторних робіт
студентами II курсу екологічного факультету
та студентами III курсу метеорологічного факультету

"Затверджено"
на засіданні методичної
ради університету
Протокол № від 2002 р.

Одеса – 2002

Збірник методичних вказівок з дисципліни "Грунтознавство" до виконання лабораторних робіт студентами II курсу екологічного факультету та студентами III курсу метеорологічного факультету. // Укладачі: к.с.-г.н., доцент Гуцал А.І., к.г.н., доцент Дронова О.О. Одеса, ОДЕКУ, 2002 р., с. 67 .