

Лабораторна робота № 2

Тема: Визначення фізичних і фізико-механічних та технологічних властивостей ґрунту

Мета роботи: ознайомитися з методами аналізів загальних фізичних і фізико-механічних властивостей ґрунтів, засвоїти розрахункові методи визначення пористості та інших фізичних властивостей ґрунту

Матеріали та обладнання:

1. Зразки ґрунту;
2. Ваги, фарфорова ступка з товкачем, набір сит, пікнометри, електроплитка, шпатель, ніж, алюмінієві бюкси, ексікатор, годинник, кварцовий пісок, циліндри Качинського;
3. Конус Васильєва;
4. Сушильна шафа;
5. Твердомір конструкції Ревякіна або Качинського

Фізичні властивості ґрунту

До загальних фізичних властивостей належать щільність твердої фази ґрунту, щільність непорушеного складу ґрунту (щільність складення) і пористість.

Щільність твердої фази ґрунту (питома вага ґрунту, d) – це відношення ваги твердої фази ґрунту в сухому стані до ваги рівного об'єму води при температурі 4 °С.

Щільність ґрунту (об'ємна маса, d_v) – маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту, взятого у природному заляганні (з непошкодженим складом), виражена в г/см^3 .

ґрунт вважають (за Качинським):

- розпушеним або збагаченим органікою за щільності $< 1 \text{ г/см}^3$;
- значення показника для орних земель – $1,0\text{--}1,2 \text{ г/см}^3$;
- орні горизонти дещо ущільнені – $1,2\text{--}1,3 \text{ г/см}^3$,
- значення щільності для підорних горизонтів (крім чорноземів) – $1,4\text{--}1,6 \text{ г/см}^3$,
- сильно ущільнені горизонти (солоді та підзоли) – $1,6\text{--}1,8 \text{ г/см}^3$

Шпаруватість – сумарний обсяг усіх пір і проміжків між частинками твердої фази ґрунту.

Оцінка загальної шпаруватості (за Качинським):

- ґрунт розпушений $> 70 \%$;
- Культурний орний шар – 55-65;
- Задовільна для орного шару - 50-55;
- Характерна для ущільнених елювіальних горизонтів
- 45–50 – культурний піщаний ґрунт

Загальні фізичні властивості ґрунтів (щільність з непорушеною будовою, щільність твердої фази, шпаруватість) залежать від мінералогічного, механічного та хімічного складу. Вони суттєво впливають на процеси ґрунтоутворення та родючість ґрунту, тому є невід'ємною частиною їх генетичної, меліоративної та агрономічної характеристики.

Методи визначення фізичних властивостей ґрунту

Визначення щільності твердої фази ґрунту проводиться пікнометричним методом, принцип якого полягає у визначенні об'єму води або інертної рідини, який відповідає об'єму ґрунту, взятого для аналізу.

Пікнометр – мірна посудина, яка дозволяє визначати об'єм рідини з великою точністю. На рис. 1 зображено найбільш поширені види пікнометрів.

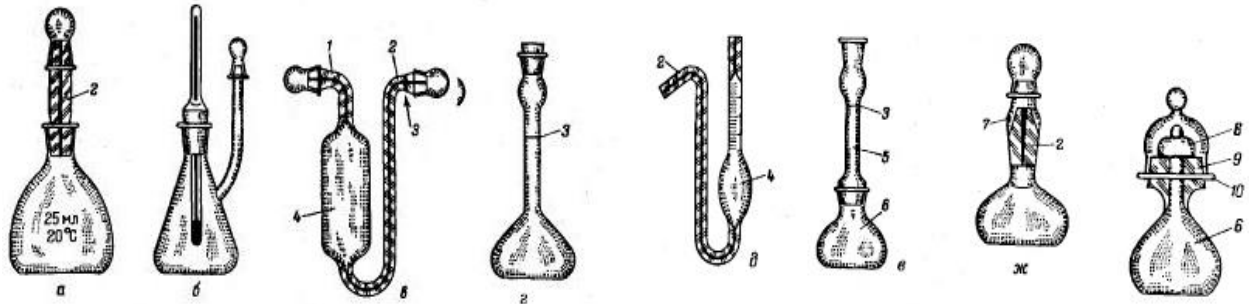


Рис. 1. Пікнометри:

Гей-Люссака (а, ж), Менделеева (б), Оствальда (в), звичайний (г), U-подібний (д), Рейшауэра (е) та с плоскою пришлифованою кришкою (з):

1 - капіляр-носик; 2 - капіляр; 3 - мітка; 4 - розширення; 5 - вставне горличко; 6-колбочка; 7-чашечка; 8- плоска кришка; 9-фланец; 10- захисний ковпачок.

Найбільш зручним вважається пікнометр об'ємом 100 см^3 висотою 8 см і діаметром 4 см. Добре притерта масивна пробка має тонкокапілярний отвір, через який виділяється надлишок рідини під час наповнення посудини. Цим забезпечується точність у роботі.

При визначенні щільності твердої фази незасолених ґрунтів використовують дистильовану воду без повітря, засолених, які містять легкорозчинні солі більше 0,5%, – неполярні рідини (бензол, бензин, толуол, ксилол, гас).

На практиці найбільш поширеним методом визначення щільності твердої фази ґрунту є метод Н. А. Качинського. Він полягає у визначенні об'єму пікнометра, у підготовці ґрунту до аналізу та у визначенні щільності твердої фази.

Хід роботи

Пробу ґрунту, відібрану кватруванням, розтерти в ступці та пропустити крізь сито з отворами 1 мм.

1. Пікнометр, ємністю 100 см^3 (або 50 см^3), заповнити дистильованою водою та зважити на технічних вагах. З пікнометра відлити приблизно половину води в стакан.

2. На технічних вагах взяти наважку ґрунту 10 г.

3. Помістити наважку в пікнометр, вміст збовтати та кип'ятити упродовж 30 хв.

4. Пікнометр охолодити у кристалізаторі, долити дистильованої води до мітки та зважити на вагах.

5. Величину щільності твердої фази ґрунту розраховують за формулою:

$$d = \frac{P}{(P + P_1) - P_2},$$

де d – щільність твердої фази ґрунту, г/см^3

P – маса абсолютно сухого ґрунту (наважка абсолютно сухого ґрунту), г,

P_1 – маса пікнометра з водою, г

P_2 – маса пікнометра з водою і ґрунтом, г

Маса абсолютно сухого ґрунту розраховується за формулою:

$$P = \frac{M_0 \cdot 100}{100 + W\%}$$

де P – маса абсолютно сухого ґрунту (наважка абсолютно сухого ґрунту), г,

M_0 – маса повітряно-сухого ґрунту;

$W\%$ – вміст гігроскопічної вологи у досліджуваному ґрунті, %

Результати визначення d заносяться до таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати визначення щільності твердої фази ґрунту:

№ зразка	Глибина відбору зразка, см.	Наважка сухого ґрунту, г (P)	Вага пікнометра (г)		$d = \frac{P}{(P + P_1) - P_2}$
			з водою (P_1)	з водою та ґрунтом (P_2)	

Визначення щільності ґрунту з непорушеним складом (синонім – об’ємна маса, об’ємна вага ґрунту) проводять у польових і лабораторних умовах.

У польових умовах найбільш поширений буровий метод, який заснований на відборі зразка ґрунту непорушеної будови за допомогою циліндра-бура відповідного об’єму.

Найбільш поширеним методом визначення щільності ґрунту є метод ріжучого кільця Н. А. Качинського. Згідно з цим методом зразок ґрунту з непорушеною будовою відбирають за допомогою спеціального бура в металеве кільце, яке має зйомні кришки.

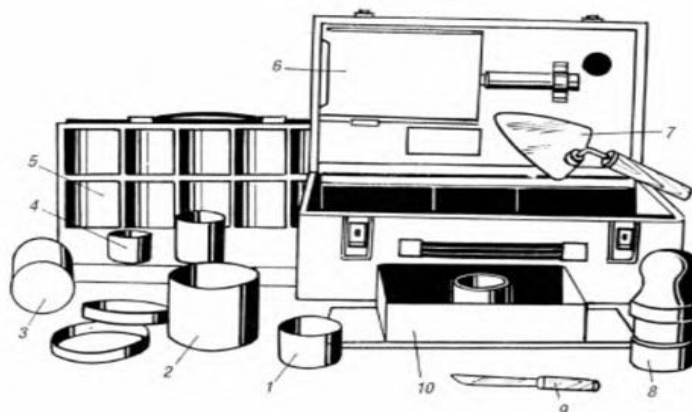


Рис. 2 Набір інструментів для визначення щільності ґрунту буровим методом Качинського:

1,2 – циліндри-бури; 3 – молоток; 4,5 – алюмінієві бокси з кришками; 6 – совок, 7 – лопатка; 8 – боек, 9 – ніж; 10 – спрямовувач

При визначенні об’ємної маси у розрахунках використовують величину польової вологості ґрунту.

Хід роботи:

1. Ретельно, не порушуючи структуру, вирізати за допомогою сталевого циліндра з ґрунтового шару визначений об’єм ґрунту. Верхня та нижня поверхні

грунту у циліндрі повинні бути врівень з краями циліндра. Заздалегідь визначають об'єм циліндра..

2. Визначити вологість відібраного зразка ґрунту, використавши його частину після зважування всієї маси сирого ґрунту з циліндра. Порядок визначення вологості (пробу помістити в бюкс, зважити, висушити та знову зважити). Розрахувати вологість ґрунту (W, %).

3. Вирахувати масу сухого ґрунту, що взято циліндром – M:

$$M = \frac{M_1 \cdot 100}{100 + W\%} \text{ або } M = \frac{M_1}{K_w}$$

де M_1 – маса сирого ґрунту з циліндра;

W – вологість ґрунту, %.

4. Вирахувати об'ємну масу ґрунту за формулою:

$$d_v = \frac{M}{V}, \text{ г/см}^3,$$

де: M – маса абсолютно сухого ґрунту, г;

V – об'єм ґрунту, см^3 ;

d_v – щільність ґрунту з непорушеним складом (або об'ємна маса ґрунту), г/см^3

Результати визначення d_v заносяться до таблиці:

Таблиця 2 – Результати визначення об'ємної маси:

Глибина відбору зразка, см.	№ бюкса	Маса ґрунту, г		Висота циліндра h, см	Радіус циліндра, r, см	Об'єм циліндра, $V = \pi r^2 h$, см^3	$d_v = \frac{M}{V}$
		сирого ($M_1 - M_{\text{цил.}}$)	сухого				

Визначення шпаруватості ґрунту проводять на основі даних об'ємної маси та щільності твердої фази ґрунту за формулою:

$$P_{\text{заг.}} = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) \cdot 100,$$

де $P_{\text{заг.}}$ – загальна шпаруватість, % від об'єму ґрунту;

d_v – щільність ґрунту з непорушеним складом, г/см^3

d – щільність твердої фази ґрунту, г/см^3

Знаючи загальну шпаруватість ґрунту та його вологість, можна обчислити **пористість аерації**, тобто забезпеченість повітрям (виражається в об'ємних процентах).

Для цього, по-перше, знаходимо вологість ґрунту в об'ємних процентах, для чого вологість ґрунту (у вагових процентах) множать на щільність ґрунту і одержують об'єм шпарин, зайнятих водою:

$$P_w = d_v \cdot W,$$

де P_w – об'єм шпарин ґрунту, зайнятих водою (вміст води у об'ємних відсотках), %

W – польова вологість ґрунту, %:

d_v – щільність ґрунту, г/см^3

Різниця між загальною шпаруватістю та вологістю, яка виражається в об'ємних процентах, дає пористість аерації, або забезпеченість ґрунту повітрям:

$$P_{\text{аер.}} = P_{\text{заг.}} - P_w$$

Фізико-механічні властивості ґрунту

До фізико-механічних властивостей ґрунту належать пластичність, липкість, набухання, осідання, зв'язність, питомий опір та ін.

Зв'язність – здатність ґрунту протидіяти зовнішнім силам, які направлені на механічне подрібнення ґрунтової маси.

Пластичність – це здатність ґрунту у вологому стані зберігати надану йому форму.

Липкість ґрунтової маси – її здатність прилипати до інших тіл.

Набухання – здатність ґрунту збільшуватись в об'ємі при зволоженні.

Зсідання – це зменшення об'єму ґрунту в результаті випаровування вологи чи вимивання легкорозчинних солей.

Твердість – це протидія ґрунту проникненню в нього, під тиском, різних тіл. Вона впливає на **величину протидії ґрунту обробітку** (питомий опір ґрунту) – зусилля, що витрачається на здійснення технологічних процесів його обробітку (підрізання скиби, перевертання) та подолання тертя ґрунту по робочій поверхні ґрунтообробних знарядь, в $\text{кг}/\text{см}^2$.

Методи визначення фізико-механічних властивостей ґрунту

Визначення липкості. Як правило, ця величина визначається при розминанні пальцями зразка ґрунту, що знаходиться у стані густого тіста (з водою).

Виділяють наступні якісні градації липкості ґрунтової маси:

Градації липкості	Характеристика
Нелипка	при розминанні ґрунтової маси вона практично не пристає до пальців
Слабוליпка	ґрунтова маса пристає до пальців, але при цьому легко зчищається
Липка	ґрунтова маса пристає до пальців, зчищається з них із зусиллям
Дуже липка	ґрунтова маса дуже міцно пристає до пальців, зчищається з них з великим зусиллям

В лабораторії для визначення липкості користуються приладами В. В. Охотіна, Н. А. Качинського, М. І. Лактіонова та ін.

Прилад Качинського (рис. 1) являє собою видозмінені технохімічні ваги, праву чашку яких замінено спеціальним підвісним стрижнем, який закінчується диском площею 10 см^2 .

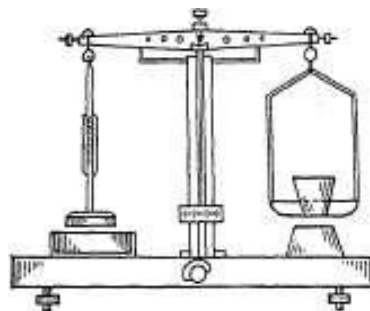


Рис. 1 Прилад Качинського для визначення липкості ґрунту

Хід роботи. Зразок ґрунту кладуть у формочку з фільтрувальним папером на сітчастому дні. Надлишок ґрунту зрізують гострим ножем врівень з краями формочки. При визначенні липкості ґрунту порушеного складу у формочку насипають зразок, просіяний крізь решето з отворами 1–3 мм. Формочку зі зразком ґрунту ставлять у ванночку з водою для насичення до загальної вологості, а потім переносять на плиту приладу з боку диска. На коромисло підвішують диск і зрівноважують його з чашкою. Подовжуючи або скорочуючи підвісний стержень, досягають повної взаємодії диска з ґрунтом. Зверху на диск кладуть гиру, вага якої визначається завданням дослідження. Опускають аретир і витримують навантаження протягом 30 с. Диск прилипає до ґрунту. Придержуючи рукою стержень, знімають вантаж. В стаканчик на лівій чашці терезів з пісочниці потихеньку насипають чистий кварцовий пісок до відриву диска від ґрунту. Пісок зважують. Перемістивши формочку і витерши диск, повторюють визначення на новому місці. На одному зразку виконують п'ять визначень, середнє з яких є кінцевим результатом. По відношенню маси піску до площі диска обчислюють липкість ґрунту в г/см^2 .

Після визначення липкості з поверхні зразка ґрунту беруть проби на вологість. Через певний проміжок часу на цьому ж зразку повторюють визначення до припинення прилипання ґрунту до диска. За одержаними даними складають таблицю та графік липкості ґрунту в залежності від його вологості. На осі ординат відкладають липкість в г/см^2 , на осі абсцис – відносну вологість.

Визначення пластичності. Величину пластичності вимірюють числом пластичності (різницею у вмісті води, % при нижній межі текучості та межі скачування у шнур). В цьому інтервалі ґрунт деформується зі збереженням наданої йому форми, максимально набухає, має слабкий опір при зовнішній механічній дії (від коліс машин утворюються колії).

Визначення верхньої межі пластичності (W_1) за допомогою балансного конуса Васильєва (рис. 2). В підставку, вставляють металевий стаканчик діаметром 4 см і висотою 2 см, наповнений ґрунтом, який змішано з водою до робочого стану. Поверхню зразка ретельно вирівнюють, розмішують на ній конус, основу якого змазано тонким шаром вазеліну. Якщо протягом 5 с конус заглибиться на 10 мм, це означає, що запас вологи у ґрунті відповідає *нижній межі текучості або верхній межі пластичності*. При меншому заглибленні додають воду, при більшому — сухий ґрунт або підсушують зразок ґрунту, домагаючись вказаної глибини опускання конусу. Після цього відбирають в сушильний стаканчик зразок ґрунту і визначають його вологість. Повторність визначення двократна.



Рис. 2 – Конус Васильєва для вимірювання верхньої межі пластичності:

Визначення нижньої межі пластичності (W_2). Після визначення верхньої межі пластичності ґрунтову масу підсушують перемішуванням або доданням сухого ґрунту. Скачують кульку діаметром 1 см і розкачують її на папері у шнур товщиною

3 мм. Якщо під час цієї операції шнур не розпадається, то ґрунт знову збирають у кульку і розкачують. Операцію повторюють, поки шнур через втрату надлишку вологи не почне розпадатися на дрібні шматочки (8—10 мм). Їх швидко збирають у сушильний стаканчик, і набравши 5–10 г ґрунту, визначають його вологість. Повторність визначення двократна. За цими даними обчислюють середні значення вологості, які відповідають *нижній межі пластичності або верхній межі текучості*. За результатами визначення заповнюють таблицю (табл. 1)

Табл. 1 - Визначення пластичності ґрунту

Межа текучості D	№ б'юкса	Маса б'юкса, г			W% = $\frac{A-C}{A-B} \cdot 100$	Число пластичності, % W ₁ – W ₂
		Порожнього (C)	З сирим ґрунтом (A)	З сухим ґрунтом (B)		
Верхня W ₂						
Нижня W ₁						

Для багатьох ґрунтів нижня межа пластичності, або межа розкачування у шнур, відповідає приблизно максимальній молекулярній вологоємкості. Число пластичності W дорівнює різниці у вмісті вологи при нижній межі текучості та межі розкачування у шнур.

Наприклад, $W = W_1 - W_2$. Припустимо, що вологість нижньої межі текучості дорівнює 36%, межі розкачування – 18%. Число пластичності становитиме $W = 36 - 18 = 18\%$.

За числом пластичності роблять висновок про гранулометричний склад ґрунту:

- 0 – пісок,
- 0–7 – супісок,
- 7–17 – суглинок,
- більше 17 – глина.

За показниками пластичності та природної вологості обчислюють показник консистенції, або число консистенції:

$$K = \frac{W_n - W_2}{W},$$

де W_n — природна вологість, %; W_2 — нижня межа пластичності; W — число пластичності.

Запропоновано таку класифікацію ґрунтів за показниками консистенцій (В.А. Ковда, Б.Г. Розанов, 1988):

Ґрунти	Показник консистенції	Ґрунти	Показник консистенції
Супіски:		Суглинки та глини:	
тверді	<0	тверді	<0
пластичні	0—1	напівтверді	0-0,25
текучі	>1	тужаво пластичні	0,25-0,5
		м'якопластичні	0,5-0,75
		текучопластичні	0,75—1
		текучі	>1

Визначення набухання ґрунту. З методів визначення ступеня набухання найбільш розповсюджений метод Васильєва, який сконструював прилад (рис. 3).

Хід роботи. Досліджуваний зразок ґрунту вміщують в металеве кільце між перфорованими пластинками. Ступінь набухання точно фіксують індикатором

(мессурою). Кільце та насадка з одного боку заточені під кутом 60° , з другого – мають виступ для з'єднання. Висота кільця 10 мм. На верхній частині диска є перфороване заглиблення – дінце як основа для кільця з насадкою. На диску гвинтами кріпиться з'єднувальна дужка, призначена для фіксації кільця з насадкою і як опора для індикатора (мессури). Ніжка індикатора торкається перфорованого поршня. Відмічають час заливки води, а потім фіксують показання індикатора через певні інтервали часу до припинення набухання зразка (спочатку хвилини, потім години, а в кінці добові строки спостережень). Процес набухання можна вважати закінченим, якщо показання індикатора за останні дві доби не перевищують 0,01 мм.

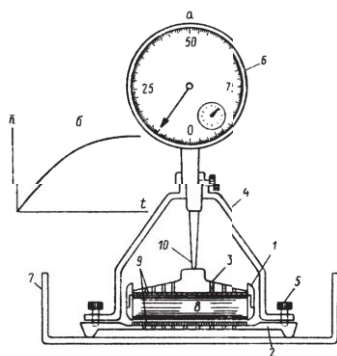


Рис. 3. Прилад для визначення набухання ґрунту:

1 – диск з перфорованим дінцем; 2, 8 – гвинти; 3 – металеве кільце; 4 – насадка; 5 – поршень; 6 – з'єднувальна дужка; 7 – індикатор-мессура; 9 – ванночка; 10 – кришка до кільця

Визначення усадки ґрунту. Усадку визначають за величиною лінійної або об'ємної усадки та вологості, за якої припиняється усадка.

Хід роботи. Повітряно-сухий зразок ґрунту подрібнюють у ступці товкачиком з гумовим наконечником і просіюють крізь сито 0,5–1 мм. Підготовлений зразок змішують з водою до консистенції, яка відповідає верхній межі пластичності, і витримують протягом доби в закритій посудині над водою (для повного набухання). Перевіряючи конусом Васильєва відповідність зволоженості верхній межі пластичності, сирий ґрунт кладуть у металеву або з органічного скла прямокутну формочку розміром 5x3x2 см, змазавши стінки тонким шаром вазеліну (можна використовувати кришки від алюмінієвих бюксів). Поверхню ґрунту у формочці ретельно вирівнюють і роблять неглибокі діагональні канавки. Після цього ґрунт висушують на повітрі. Підсихаючи, ґрунт стискається і відстає від стінок формочки. Ґрунт виймають з формочки, фільтрувальним папером обережно знімають з його поверхні вазелін, кладуть ґрунт у сушильну шафу і висушують при температурі 105°C до постійної маси.

Вимірюють об'єм формочки та довжину діагоналей сирого та сухого зразків ґрунту. Об'єм сухого зразка визначають методом гідростатичного зважування. Усадку обчислюють за формулами:

$$l_y = \frac{l_1 - l_2}{l} \cdot 100$$

$$V_y = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100$$

$$W_y = W_1 \frac{100 \cdot (V_1 - V_2)}{P} \cdot 100,$$

де l_y – лінійна усадка, %; V_y – об’ємна усадка, %; W_y – вологість усадки, %; l_1 – довжина діагоналей сирого ґрунту (діагоналей формочки), см; l_2 – довжина діагоналей ґрунту після усадки, см; V_1 – початковий об’єм ґрунту (об’єм формочки), см³; V_2 – об’єм ґрунту після усадки, см³; W_1 – вологість, яка відповідає верхній межі пластичності, %; P – маса сухого ґрунту після усадки, г.

Визначення твердості. Кількісно вона може бути виміряна величиною сили, яку треба затратити для введення в ґрунт плунжера (кульки, циліндра, конуса і т. д.). Вимірюється твердість у кг/см² або кПа за допомогою твердометрів, які розподіляються за принципом заглиблення у ґрунт на ударні та безперервні. До першого типу відносяться конструкції Железнова, Захарова, Волкова та ін., другого – Горячкіна, Качинського (рис. 4), Ревякіна, Голубева та ін.

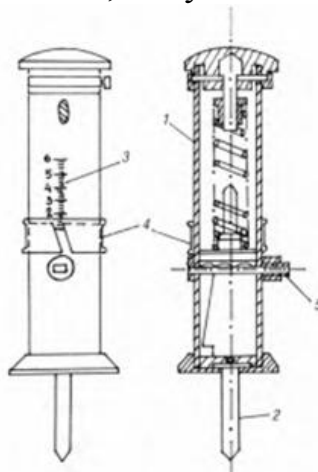


Рис. 4 – Твердомір конструкції Н.А. Качинського: 1 – сталевий корпус приладу, 2 – плунжер, 3 – шкала, 4 – рухоме кільце (покажчик), 5 – клямка

Найпоширенішим є метод визначення твердості ґрунту за допомогою твердоміра Ревякіна (рис. 5).

Хід визначення твердості ґрунту твердоміром Ю.Ю. Ревякіна (рис. 5). Основною робочою частиною твердоміра служить плунжер, нагвинчений на нижній кінець штока, який за допомогою рукоятки крізь вимірювану пружину втискується у досліджуваний ґрунт. При цьому вимірювальна пружина стискується пропорційно величині опору ґрунту змінання. Характер заглиблення плунжера різко змінюється, коли він досягає підґрунтя, підорної підшви, дна борозни, або зустрічає каміння, корені дерев’янистих рослин, щільні брили чи порожноти в горизонтах ґрунту.

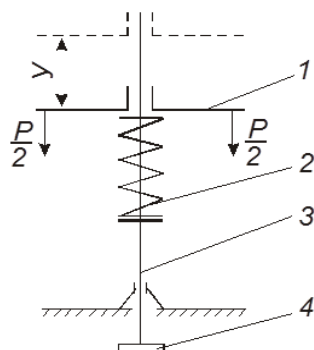


Рис.5. – Схема твердоміра Ревякіна: 1 – ручка, 2 – пружина, 3 – штанга, 4 – наконечник

Твердомір має самописець для записів вимірювання величин зв’язаності ґрунту. Можлива довжина ортогональної діаграми 30 см відповідає робочому ходу

штока у глибину. При цьому абсциса діаграми безпосередньо відповідає сантиметрам глибини ґрунтових горизонтів, а ордината – величині стискання пружини в мм.

Для отримання величини опору ґрунту P_1 кг на плунжер у кожному горизонті його занурення (1, 5, 10, 15, 20, 25 і 30 см) потрібно виміряти в мм відповідну даному горизонту ординату діаграми (h) і помножити її величину на калібр вимірювальної пружини (n) кг/мм. Тоді загальний опір ґрунту на плунжер буде дорівнювати $P_1 = h \cdot n$, а **твердість ґрунту відповідно:**

$$T = \frac{h \cdot n}{S} = \frac{P_1}{S},$$

де P_1 — опір ґрунту на плунжер, кг; S — площа плунжера, см^2 .

Оцінку твердості ґрунту проводять згідно шкали, запропонованої Н.А. Качинським (табл. 2).

Таблиця 2 – Шкала твердості ґрунту за Н.А. Качинським

Твердість ґрунту		Стан ґрунту
кг/см ²	кПа	
<10	<1,0	Пухкий
10—20	1,0—2,0	Середньопухкий (пухкуватий)
20—30	2,0—3,0	Ущільнений
30—50	3,0—5,0	Щільний
50—100	5,0—10,0	Дуже щільний
>100	>10,0	Злитий

Розрахунок питомого опору ґрунту за твердістю

Питомий опір ґрунту – це відношення зусилля, яке витрачається на підрізання, обертання і тертя скиби об робочу поверхню знаряддя до площі її поперечного перетину. Вимірюється в кг/см^2 або кПа.

За величиною питомого опору розраховують сумарне тягове зусилля при обробітку. При цьому користуються формулою

$$P = K \cdot a \cdot b,$$

де K – питомий опір ґрунту, кг/см^2 ; a – глибина оранки, см; b – ширина захвату, см.

Звичайно питомий опір ґрунту при обробітку визначають динамометрично, що складно і потребує багато часу та праці. Простіше виконати розрахунки за показниками твердості ґрунту, наприклад, за рівнянням О. П. Оганесяна:

$$K = \frac{P_1 \cdot n \cdot 0,052}{S}$$

де K — питомий опір ґрунту, кг/см^2 ; n – коефіцієнт тертя; P_1 – опір ґрунту на плунжер, кг; S – площа плунжера, см^2 ; 0,052 – перевідний коефіцієнт.

Якщо прийняти n за 1, врахувати, що $P_1 : S = T$, то рівняння набуде такого вигляду:

$$K = T \cdot 0,052 \text{ кг/см}^2.$$

Тому сумарне тягове зусилля при обробітку можна розраховувати за формулою:

$$P = 0,052 \cdot T \cdot a \cdot b.$$

✚ Завдання 1. Визначити питому масу, об'ємну масу та розрахувати шпаруватість зразків ґрунту.

За результатами визначення заповнити таблиці 1, 2

✚ Завдання 2:

1. Визначте питому вагу ґрунту, якщо наважка повітряно-сухого ґрунту – 10 г, гігроскопічна вологість – 5,18 %, маса пікнометра з водою – 143,4 г, маса пікнометра з водою і ґрунтом – 149,15 г.

2. Розрахуйте об'ємну масу ґрунту, якщо об'єм циліндра – 480 см³, маса порожнього циліндра – 19,3 г, маса волого ґрунту у циліндрі – 760,9 г, вологість ґрунту – 8 %

3. Розрахуйте загальну шпаруватість та шпаруватість аерації ґрунту, якщо щільність ґрунту дорівнює 1,18 г/см³, щільність твердої фази ґрунту – 2,58 г/см³, вологість ґрунту – 21,5 %

✚ Завдання 3. Визначити липкість, пластичність та інші показники фізико-механічних властивостей ґрунту.

✚ Завдання 4. Провести розрахунки показників фізико-механічних властивостей ґрунту:

1. Визначте число пластичності ґрунту, якщо вологість нижньої межі текучості дорівнює 28 %, межі розкочування – 15 %. За числом пластичності зробіть висновок про гранулометричний склад ґрунту.

2. Досліджуваний ґрунт характеризується такими показниками: вологість нижньої межі текучості – 30 %, верхньої межі текучості – 14 %. Розрахуйте показник консистенції, якщо природна вологість ґрунту 18 %. Зробіть висновок про гранулометричний склад ґрунту та його липкість за показником консистенції

3. Визначте об'ємну усадку ґрунту, якщо розміри прямокутної формочки для визначення усадки ґрунту становили 5x2x2 см, а об'єм ґрунту після усадки дорівнював 14 см³.

4. Розрахуйте питомий опір ґрунту та сумарне тягове зусилля, якщо орний шар ґрунту 30 см, ширина захвату знаряддя – 100 см, твердість ґрунту – 1,0 кг/см³ коефіцієнт тертя становить 1,2