

Тема 3. Мінеральна частина ґрунту, її склад і значення

Гранулометричний склад ґрунтів та
ґрунтотворних порід

Чи є ідентичним
гранулометрич-
ний склад
грунтів та їх
материнських
порід?

Генетичні типи
відкладів
(материнських та
підстилаючих
порід)

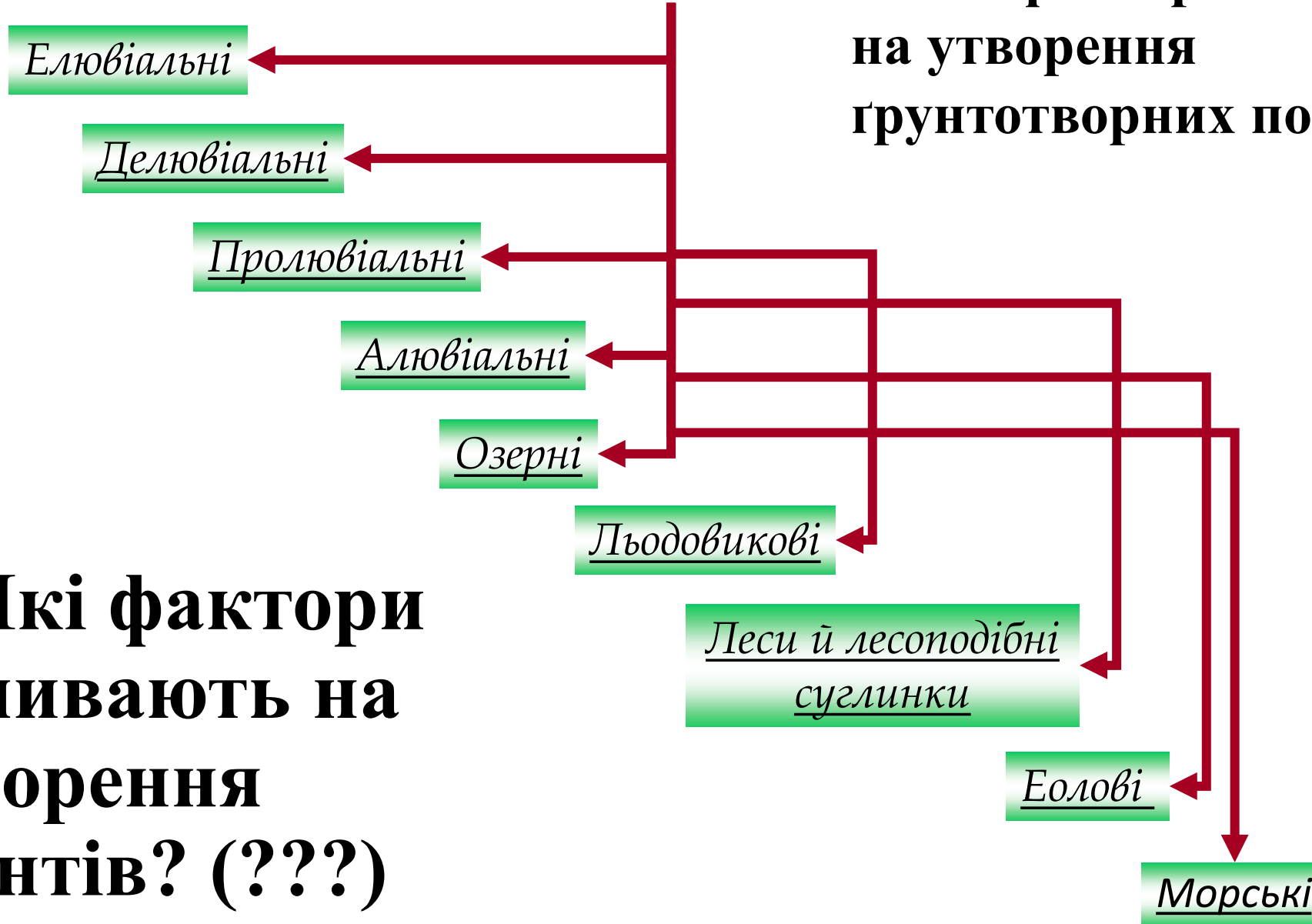


Механічний склад ґрунтів



- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Піщані | Пилувато-середньосуглинкові |
| Глинисто-піщані | Піщано-важкосуглинкові |
| Супіщані | Важкосуглинкові |
| Піщано-легкосуглинкові | Легкоглинисті |
| Крупнопилувато-легкосуглинкові | Середньо-та важкоглинисті |
| Пилувато-легкосуглинкові | Щебенюваті |
| Піщано-середньосуглинкові | Торфовища та торфово-болотні ґрунти |
| Крупнопилувато-середньосуглинкові | Болотні та торфувато-болотні ґрунти |

1. Які фактори впливають на утворення ґрунтоутворних порід?



2. Які фактори впливають на утворення ґрунтів? (???)

Які показники стосуються ґрунтів та материнських порід?

1. Мінералогічний та хімічний склад.
2. Колір.
3. Структура.
4. Щільність.
5. Липкість.
6. Пористість.
7. Включення.
8. Новоутворення.
9. Вміст гумусу.
10. Родючість

Мінералогічний та хімічний склад

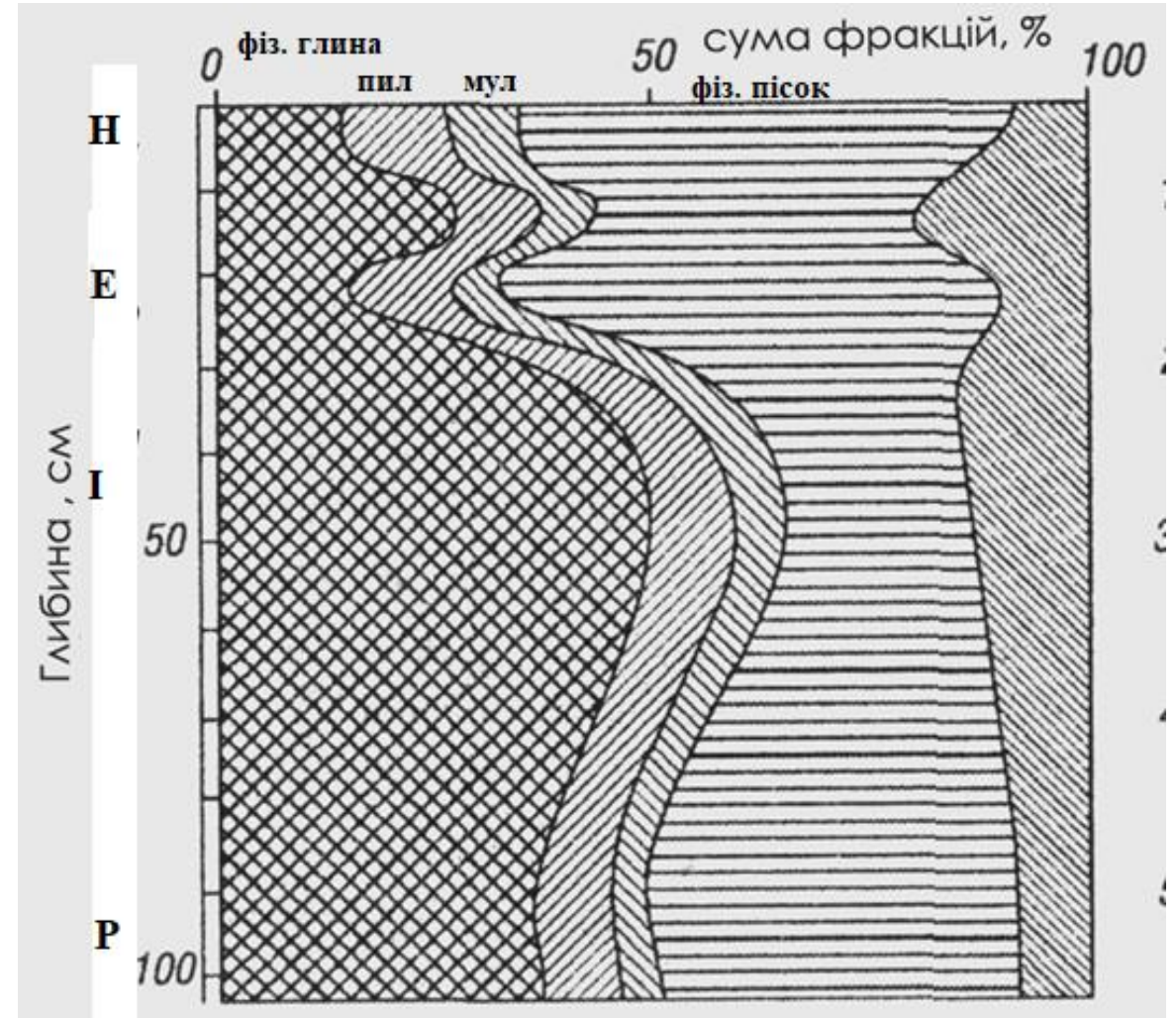
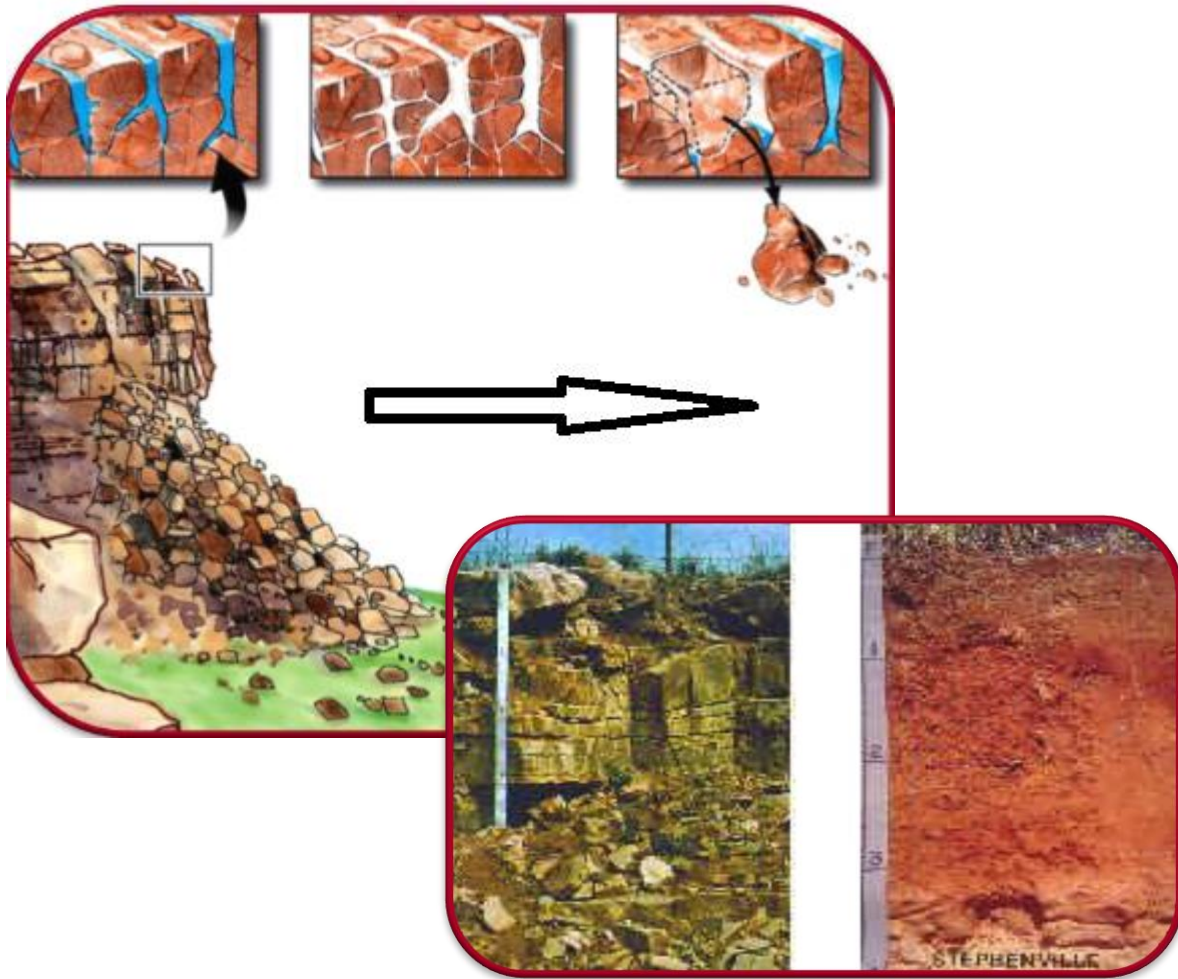


гранулометричний склад



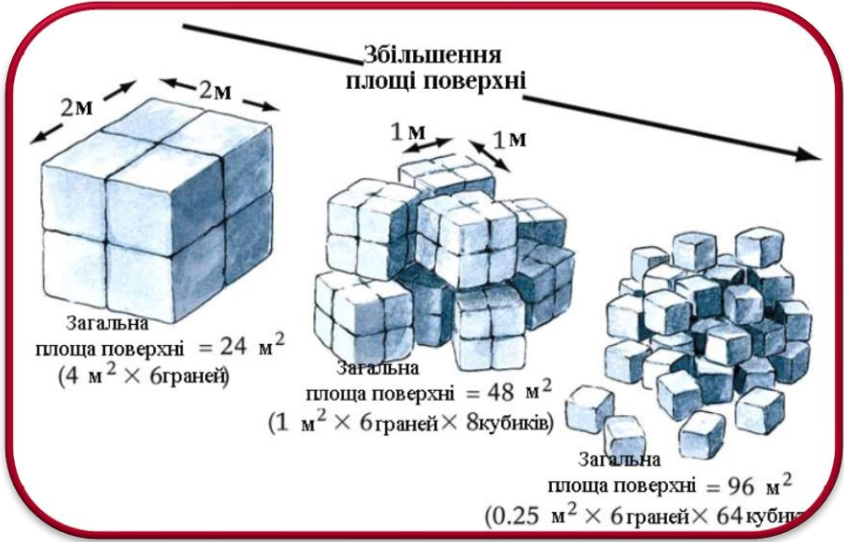
Структура.
Щільність.
Липкість.
Пористість.

Формування механічних елементів ґрунту та порід



Довжина ребра куба, см	Кількість кубиків	Загальна поверхня, см ²	Периметр, см
1	1	6	12
1×10^{-1}	10^3	6×10	12×10^2
1×10^{-2}	10^6	6×10^2	12×10^4
1×10^{-3}	10^9	6×10^3	12×10^6
1×10^{-4}	10^{12}	6×10^4	12×10^8
1×10^{-5}	10^{15}	6×10^5	12×10^{10}
1×10^{-6}	10^{18}	6×10^6	12×10^{12}
1×10^{-7}	10^{21}	6×10^7	12×10^{14}
1×10^{-8}	10^{24}	6×10^8	12×10^{16}

Збільшення поверхні тіла при його подрібненні (за О. Н. Соколовським)



Залежність фізичних властивостей ґрунотворних порід від їх гранулометричного складу

Порода	Щільність, г/см3	Пористість, %	Гранична польова волого- ємність, %	Висота капілярного підняття, см	Коеф. фільтрації, м/добу
Пісок дрібнозер- нистий	1,6-1,7	35-40	12-18	10-20	0,1-10
Супісок	1,4-1,6	40-45	15-20	40-60	0,1-10
Суглинок	1,2-1,5	45-50	25-30	100-150	0,001-0,9
Глина	1,1-1,9	50-60	40-60	200-300	0,001-0,09
Вулканіч-ний попіл	0,7	70	30	10-20	3,5

Роль розмірів механічних фракцій у формуванні поверхні дерново-підзолистого ґрунту

Розмір часток, мм	Поверхня, м ² на 1 г ґрунту	Вміст фракцій, % до маси
0,25 – 0,05	0,5	17
0,05 – 0,01	4,1	50
0,01 – 0,005	9,9	20
0,005 - 0,001	12,7	6
0,001 – 0,0001	18,8	3
< 0,0001	194,0	4
Сума	240	100

Базові терміни

- **Механічні (гранулометричні) елементи** - окремі первинні частки, з яких складається тверда фаза ґрунту (ЕГЧ – елементарні ґрунтові частинки).
- **Механічна фракція** - близькі за розмірами механічні елементи об'єднані у групи.
- **Гранулометричний склад ґрунту** - співвідношення у ґрунті фракцій механічних елементів.
- **Суму всіх механічних елементів розміром $<0,01$ мм називають фізичною глиною, а $>0,01$ мм - фізичним піском.**
 - **Дрібнозем** - сума ґрунтових часток <1 мм
 - **ґрунтовий скелет** - суму часток >1 мм.

Градація механічних елементів (часток за розмірами) до окремих фракцій ґрунту (за *Н. А. Качинським*)

Фракції	Ефективний діаметр часток, мм	
Кам'яниста частина ґрунту	>3	Скелет
Гравій	3-1	
Пісок крупний	1,0 -0,25	Фізичний пісок
Пісок середній	0,5-0,25	
Пісок дрібний	0,25-0,05	
Пил крупний	0,05-0,01	
Пил середній	0,01-0,005	Фізична глина
Пил дрібний	0,005-0,001	
Мул грубий	0,001-0,0005	
Мул тонкий	0,0005-0,0001	
Колоїди	<0,0001	

Основні властивості фракцій механічних елементів

- - кам'яниста фракція (скелет) - як правило механічні елементи більше 3 мм (негативна властивість).
- - **піщана фракція** - складається переважно з первинних мінералів (кварц, польові шпати, рогові обманки, слюда) , швидко пропускає воду, погано її утримує, тому піщані відкладення зазвичай добре аеровані, дуже низьке капілярне підняття (менше 33 см), не пластична і не липка, у воді не набухає, при висушуванні не дає усадки, в сухому стані сипуча. Із зменшенням розмірів піщаних частинок зменшується швидкість вбирання води і збільшується вологоємність;
- - **пилувата фракція** - містить значну кількість вторинних мінералів (каолініт, лимоніт, аморфний кремнезем, кальцій, гіпс), які в присутності води можуть розбухати, у такому разі з'являються нові властивості ґрунтів - пластичність і клейкість. Її водопроникність незначна, капілярне підняття високе, слабо пластична, у воді не набухає, або набухає слабо, слабо прилипає, у сухому стані щільна;
- - **мулувата фракція** - володіє колоїдними властивостями здатними до обмінних реакцій, утримує в поглиненому стані елементи живлення, практично водонепроникна, капілярне підняття дуже високе, пластичність висока, у воді сильно набухає, а при висиханні дає значну усадку, у вологому стані утворює в'язку, а в сухому - тверду компактну масу.

Класифікація ґрунтів за кам'янистістю (за Качинським М.А.)

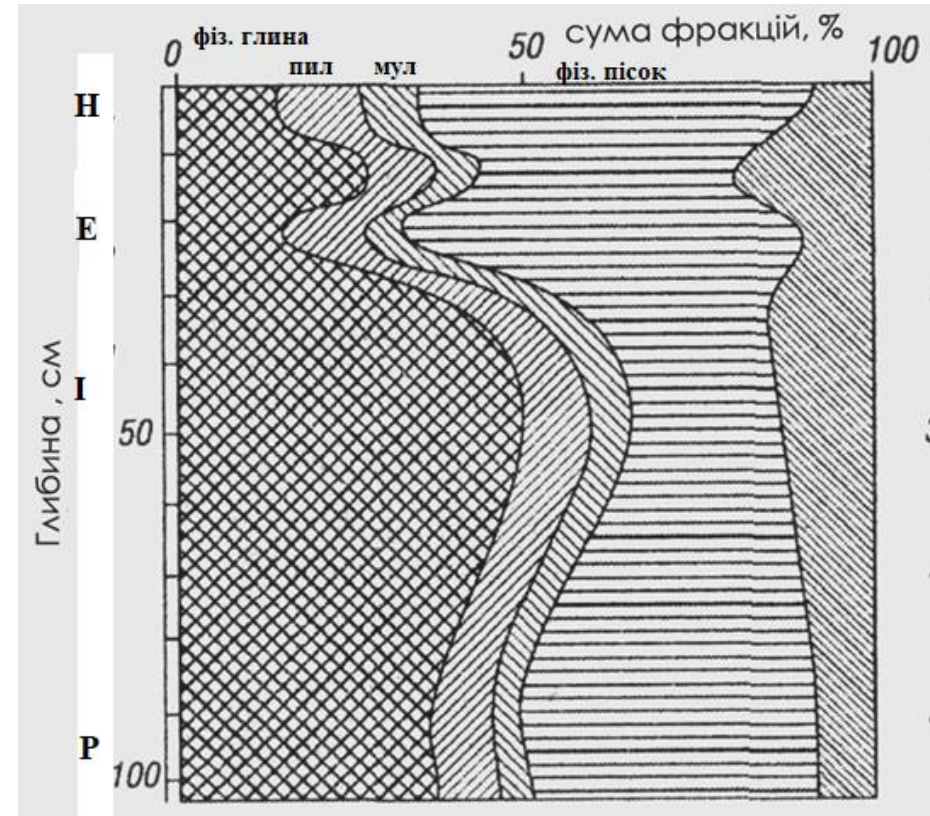
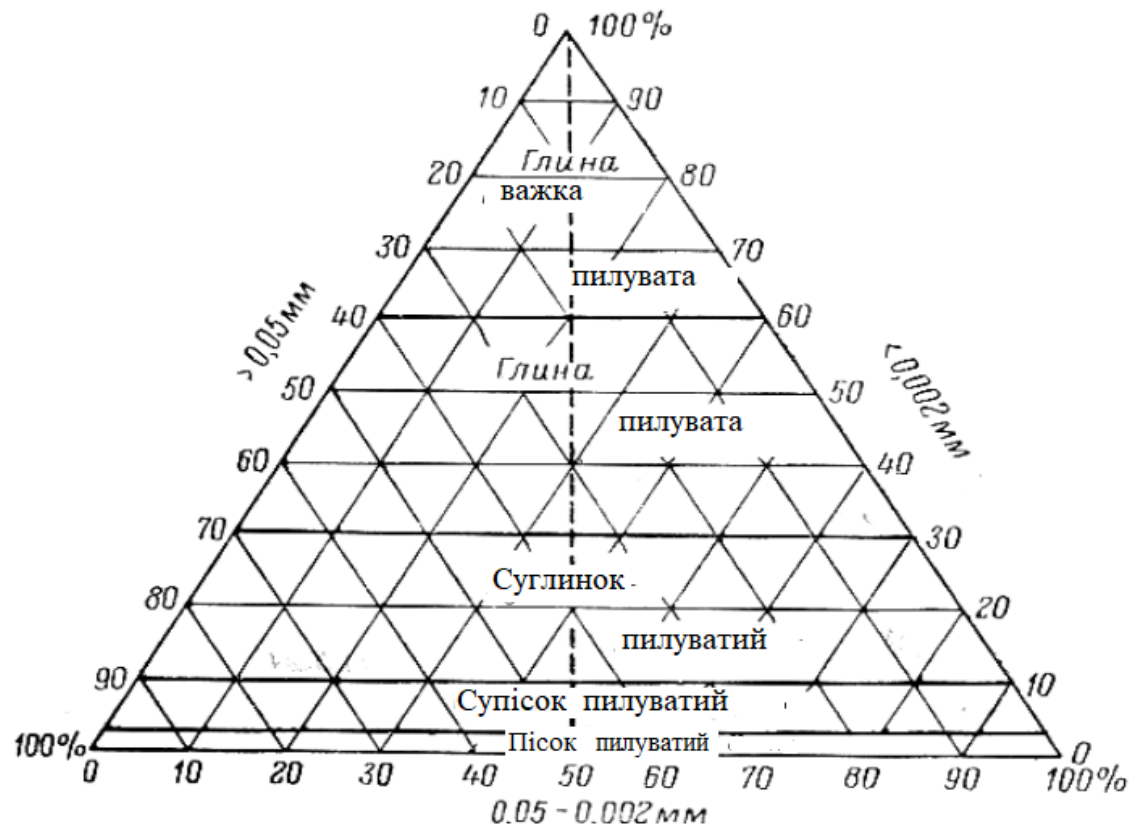
Вміст часток мм, %	Назва ґрунту за кам'янистістю	Тип кам'янистості
<0,5	Некам'янистий	Встановлюється за характером скелета: ґрунти є валунні, галечникові, щебенисті
0,5-5,0	Слабокам'янистий	
5,0-10,0	Середньокам'янистий	
>10	Сильнокам'янистий	

Ступінь кам'янистості відображають у назві ґрунту за гранулометричним складом. *Наприклад: буроземи гірські легко суглинисті сильно щебенисті на елювії-делювії щільних порід; алювіальні лучні сереньосуглинисті слабогалечникові на давньому алювії.* Якщо ґрунт не кам'янистий, тоді назву його за кам'янистістю опускають.

Класифікація ґрунтів і порід за гранулометричним складом (за М.А. Качинським)

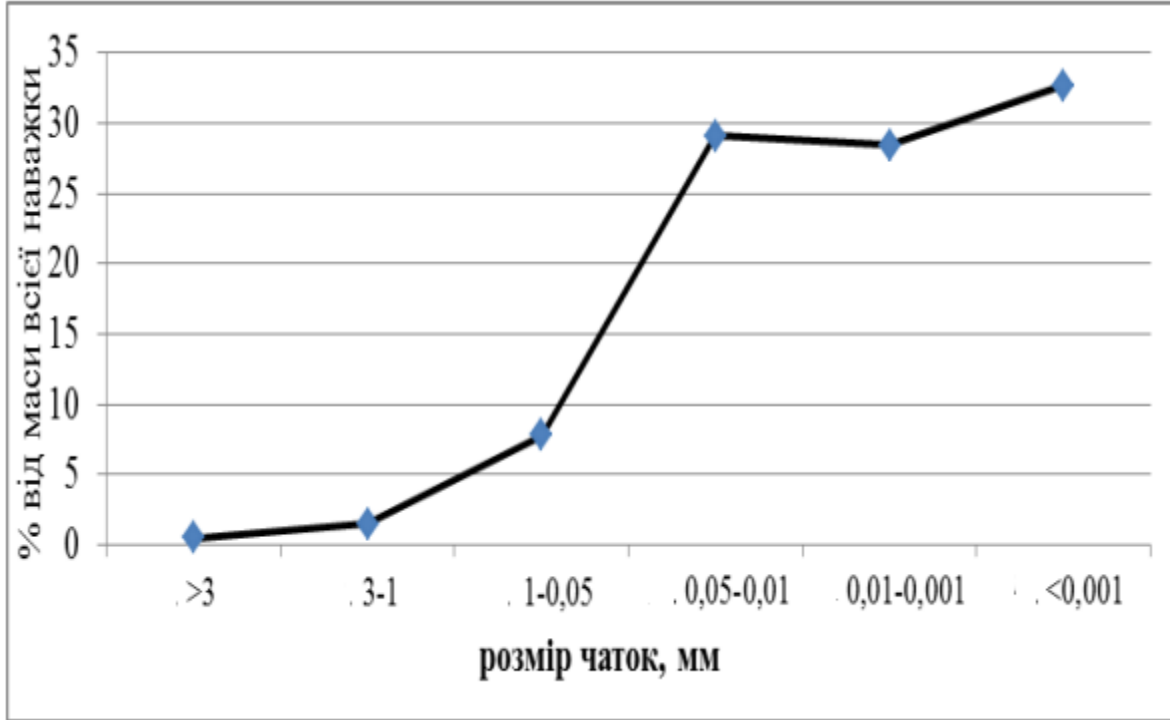
Назва ґрунту за гран. складом	Вміст фізичної глини, %		
	Тип ґрунтоутворення		
	Підзолистий	Степовий	Солонцевий
Пухкопіщаний	0-5	0-5	0-5
Зв'язанопіщаний	5-10	5-10	5-10
Супіщаний	10-20	10-20	10-15
Легкосуглинковий	20-30	20-30	15-20
Середньосуглинковий	30-40	30-45	20-30
Важкосуглинковий	40-50	45-60	30-40
Легкоглинистий	50-65	60-75	40-50
Середньоглинистий	65-80	75-85	50-65
Важкоглинистий	80-100	85-100	65-100

Способи представлення гранулометричного складу

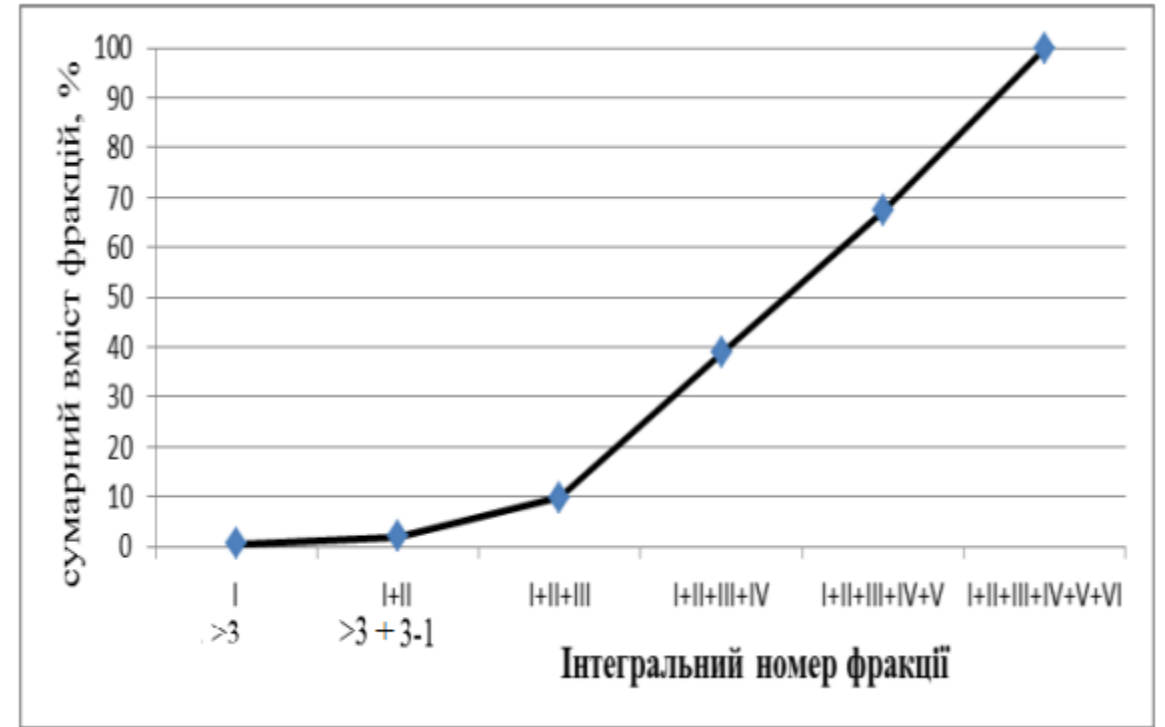


Трикутник визначення гранулометричного складу за пилуватістю (зліва)
Профільна діаграма (справа)

Способи представлення гранулометричного складу



Диференціальна крива



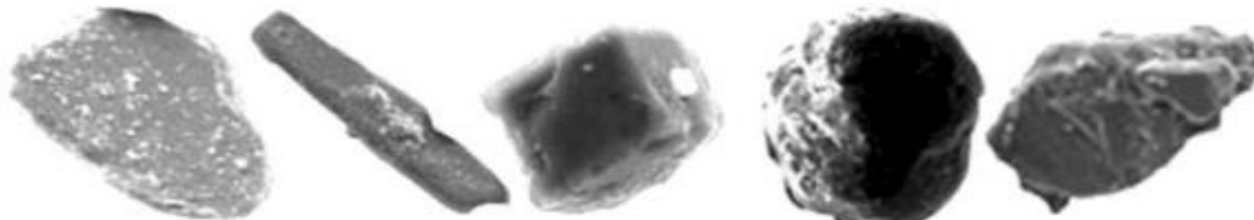
Інтегральна крива

(а також діаграми та циклограми)

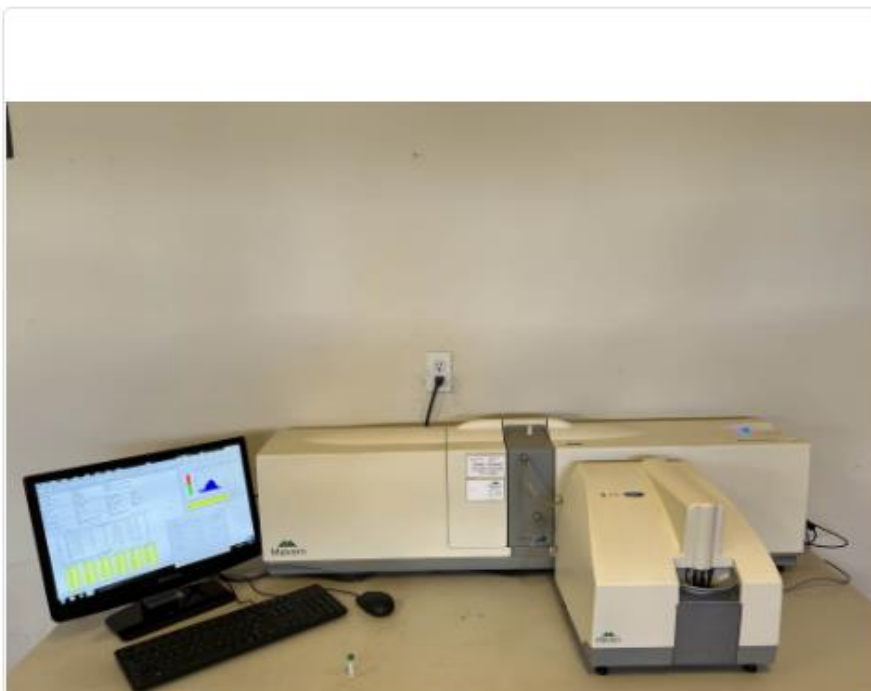
Методи визначення гранулометричного складу

- ситовий метод**
- метод Сабаніна відмулювання шляхом осадження в стоячій воді (декантації)**
- метод Шене відмулювання в струмені води**
- ареометричний метод**
- метод з використанням центрифуги**
- оптичні методи**
- метод піпетки**
- Інші (метод повітряної сепарації) ...**

Лазерний дифракційний седиментограф



Ілюстрація форм, яких можуть набувати частинки (зерна) породи



Malvern Mastersizer 2000 with Hydro 2000S

Manufacturer: [Malvern Panalytical](#)

Model: Mastersizer 2000

Condition: Used

[See More Information](#)

Seller Information [AQT](#)

Phone Number [Login / Register](#)

Методи визначення гранулометричного складу

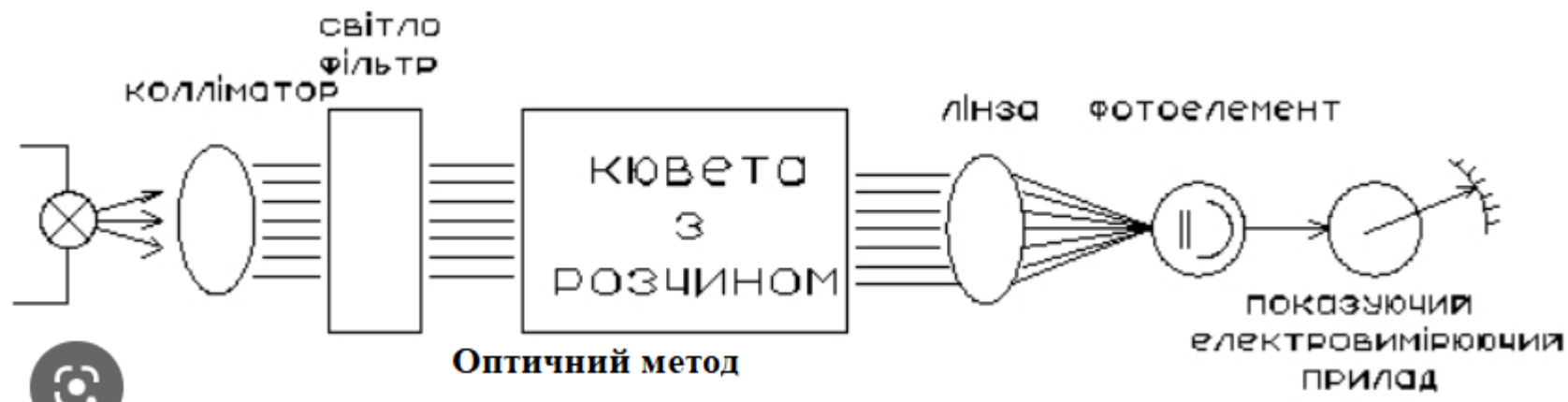


Ситовий

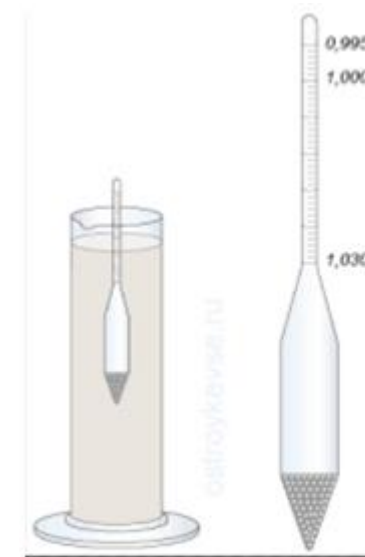


Декантації

Методи визначення гранулометричного складу

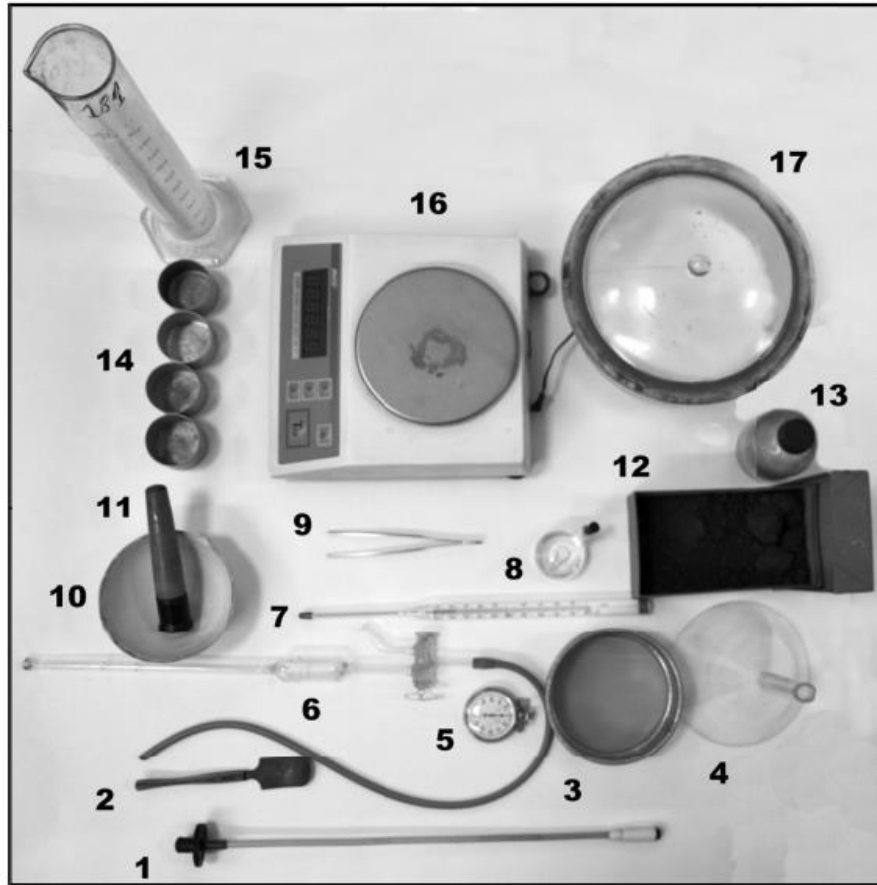


Центрифугування

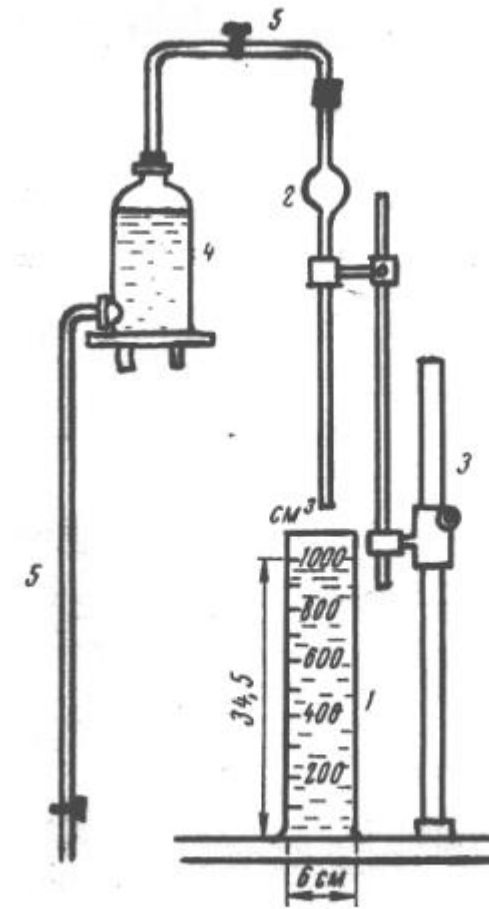


Ареометричний метод

Методи визначення гранулометричного складу (метод піпетки)



1 – мішалка; 2 – шпатель; 3 – сито (d 0,25 мм); 4 – лійка; 5 – секундомір (2 клас); 6 – піпетка (спеціальна); 7 – термометр спиртовий; 8 – капанка Шустера; 9 – пінцет; 10 – фарфорова чашка; 11 – товкачик з гумовим наконечником; 12 – зразок ґрунту; 13 – пірофосфат натрію; 14 – бюкси алюмінієві; 15 – циліндр; 16 – вага електронна; 17 - ексикатор



- циліндр з суспензією; 2 - піпетка; 3 - штатив;
4 - аспіратор; 5 - гумові трубки з затискачами.

Метод піпетки Качинського-Робінсона

- Базується на законі Стокса, який пов'язує радіус частки та її рівномірну швидкість падіння в рідині відомої в'язкості та густини за відомої щільності твердої фази частки.
- Є найбільш поширеним.
- Використовується як класичний лабораторний, у тому числі арбітражний метод лабораторного аналізу гранулометричного складу ґрунту та порід.

Закон Стокса

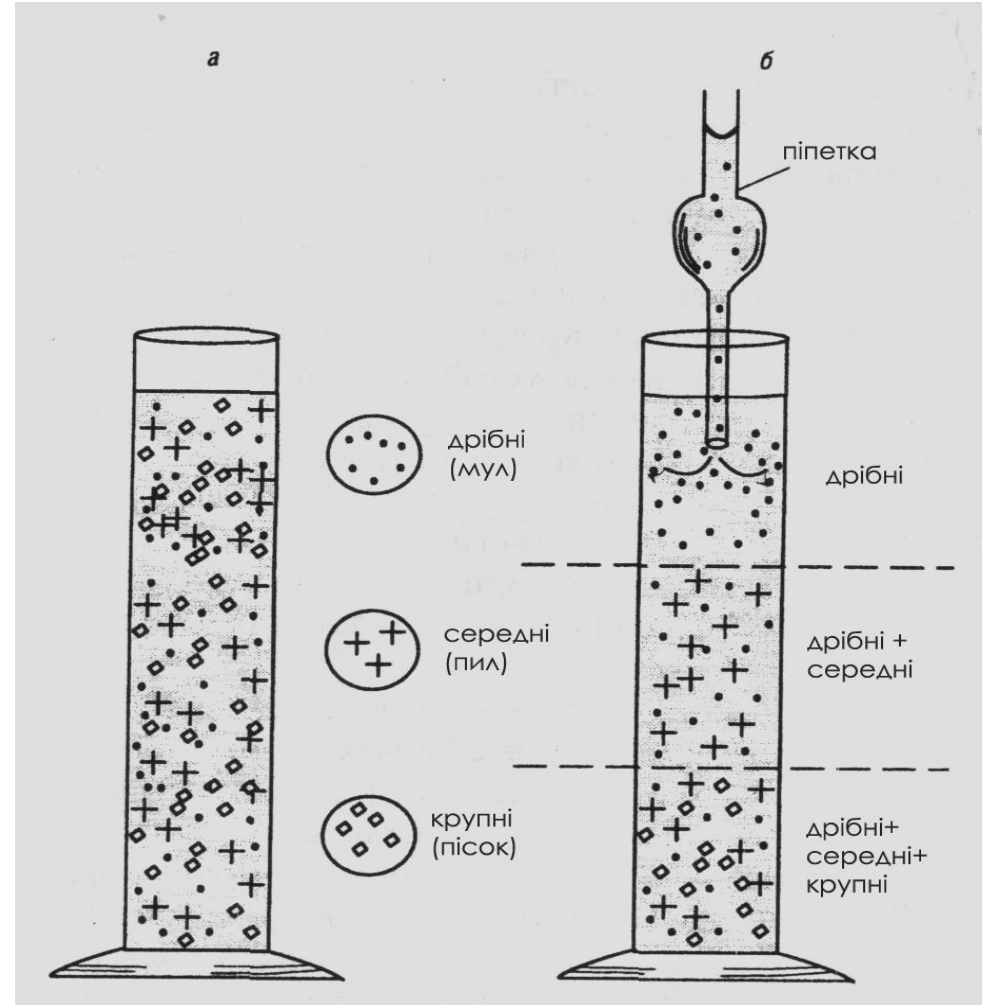
$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2 g (\rho_s - \rho_w)}{\eta}$$

- v - швидкість часток у воді,
- r - радіус часток
- ρ_s, ρ_w щільність твердої фази ґрунту та густина води
- g - прискорення вільного падіння
- η - динамічна в'язкість

Схема визначення фракцій гранулометричних елементів за осадженням у стоячій воді

а) рівномірно перемішана суспензія ґрунту

б) відбір проби дрібних часток через відповідні проміжки часу



Інтервали відбору проб залежно від щільності та температури

Діаметр частинок (мм) менше	Щільність частинок	Глибина відбору проб, см	Температура, °C							
			12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
0,05	2,40	25	159``	149``	140``	132``	124``	117``	111``	105``
0,01	-	10	26`31``	24`51``	23`20``	21`59``	20`41``	19`33``	18`27``	17`28``
0,005	-	10	1г 46`05``	1г 39`27``	1г 33`19``	1г 27`54``	1г 2`45``	1г 18`13``	1г 18`49``	1г 9`55``
0,001	-	7	30г 56`16``	29г 00`00``	27г 12`51``	25г 28`20``	24г 0`23``	22г 48`31``	21г 31`48``	20г 23`11``
0,05	2,45	25	154``	144``	135``	127``	120``	113``	107``	101``
0,01	-	10	25`36``	24`00``	22`31``	21`13``	19`59``	18`53``	17`49``	16`52``
0,005	-	10	1г 42`23``	1г 36`00``	1г 30`05``	1г 24`53``	1г 19`54``	1г 15`31``	1г 11`15``	1г 07`29
0,001	-	7	29г 52`23``	28г 00`06``	26г 16`35``	24г 45`15``	23г 18`28``	22г 01`15``	20г 47`14``	19г 41`05``
0,05	2,75	25	127``	119``	112``	105``	99``	94``	89``	84``
0,01	-	10	21`13``	19`53``	18`40``	17`35``	16`33``	15`38``	14`46``	13`59``
0,005	-	10	1г 24`52``	1г 19`33``	1г 14`38``	1г 10`19``	1г 06`13``	1г 02`34``	59`04``	55`56``
0,001	-	7	24г 45`04``	23г 12`02``	21г 46`19``	21г 30`32``	19г 18`40``	18г 14`51``	17г 13`27``	16г 18`35``
0,05	2,80	25	124``	116``	109``	103``	97``	91``	86``	82``
0,01	-	10	20`39``	19`20``	18`09``	17`06``	16`06``	15`12``	14`21``	13`35``
0,005	-	10	2г 22`30``	1г 17`20``	1г 12`34``	1г 08`22``	1г 04`23``	1г 30`50``	57`25``	54`22``
0,001	-	7	24г 03`54``	22г 33`26``	21г 07`03``	19г 56`28``	18г 40`34``	17г 44`23``	16г 44`42``	15г 51`22``

Розрахунок фракцій

Розрахунки вмісту фракції у % ведуть за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 1000 \cdot 100}{b \cdot m}$$

де X – фракція, яку шукають, у %, менше якогось потрібного нам розміру (наприклад, <0.05 мм; $< 0,01$ і тд.);

a – маса фракції, г, менше шуканого розміру, знайденого при аналізі;

b – об'єм піпетки, мл;

m – маса абсолютно сухої наважки, взятої для аналізу, г.

Масу фракції певного розміру (0,05 – 0,01 мм; 0,01 – 0,005 мм; 0,005 – 0,001 і $< 0,001$ мм) знаходять шляхом вирахування з маси попередньої фракції у маси наступної.

Відповідність назв за міжнародною класифікацією та класифікації М.А. Качинського (в круглих дужках вказані додаткові назви за переважаючими фракціями, в квадратних – можливий гранулометричний аналог)

Назва ґрунту за міжнародною класифікацією	Відповідна назва за класифікацією Качинського
Sandy loam	Середній [легкий] суглинок (крупнопиловатий)
Loam	Середній [легкий] суглинок (пиловатий)
Clay loam	Середній суглинок (мулуvато-пиловатий)
Silty clay loam	Важкий суглинок (мулуvатий)
Sandy clay	Легка глина (мулуvато-крупнопиловата)
Silty clay	Середня [легка] глина (мулуvато-пиловата)
Clay	Середня [важка] глина
Silt loam	Середня глина (мулуvата)
Silt	Середня глина (пиловата)
Sandy clay loam	Важкий суглинок (крупнопиловато-дрібнопіщаний)

Значення гранулометричного складу

1. Визначає фільтраційну здатність ґрунту.
2. Визначає водоутримуючу здатність ґрунту.
3. Регулює водний режим.
4. Регулює повітряний режим.
5. Регулює поживний режим.
6. Регулює тепловий режим (важкі – холодні, легкі – прогріваються).
7. Визначає в значній мірі структуроутворюючу здатність.
8. Формує рівень опору при обробці ґрунту.

Придатність ґрунтів до механічного обробітку та агрономічний аспект

Позитив		Негатив	
Піщані і супіщані ґрунти - в агрономічному відношенні вважаються низької якості			
легко піддаються обробітку; швидко прогріваються; мають добру водопроникність; сприятливий повітряний режим		низьку вологоємність; незначну поглинальну здатність, бідні на поживні речовини; інтенсивніше вимиваються опадами	
Суглинкові ґрунти - в агрономічному відношенні вважаються найкращими			
достатньо водопроникні; добре утримують воду + містять досить повітря; мають водостійку структуру; добре забезпечені поживними речовинами; практично не вимиваються опадами.			
Глинисті ґрунти - в агрономічному відношенні проблемні			
висока поглинальною здатність; містять достатньо мінеральних поживних речовин.		відрізняються високою зв'язністю і вологоємністю; слабкою водопроникністю; несприятливим повітряним і тепловим режимами.	

Відношення рослин до гранулометричного складу ґрунту (за В.Ф. Вальковим)

Ґрунт за гранулометричним складом			
Піщаний та супіщаний	Легко- і середньо-суглинковий	Структурний важкосуглинковий та глинистий	Слабооструктурений та змитий важкосуглинковий і глинистий
Жито Картопля Люпин Еспарцет піщаний Люцерна жовта Серадела Кавуни Дині Гарбузи Черешня	Пшениця озима Овес Просо Жито Гречка Ячмінь Льон Квасоля Горох Картопля Конюшина Цукровий буряк Черешня Яблуня Груша	Пшениця яра Ячмінь Кукурудза Сорго Соя Соняшник Цукровий буряк Коноплі Вика Квасоля Слива Абрикос Вишня	Рис Кукурудза Люцерна синьогібридна Слива Вишня Буркун білий Буркун жовтий Ялина Дуб Дика яблуня Дика груша