

# Практическое занятие №2:

## Дисперсность геосреды, критерии и методы ее оценки.

1. Гранулометрический состав. Массовая доля (%) фракций гранулометрических элементов геосреды (неделимых общепринятыми методами обработки частиц) данного размера. В общем случае – распределение элементарных частиц по размерам. Методы – ситовой, денсиметрический, седиментрический (гранулометрия по Стоксу), лазерная дифрактометрия и др. Рассмотрим простейший вариант – гранулометрия по Стоксу – свободное падение частиц в столбе вязкой жидкости (воды) с плотностью  $\rho_0$  и динамической вязкостью  $\eta$ . На падающую частицу с эквивалентным радиусом  $R$  и плотностью  $\rho_s$  действуют три силы – тяжести ( $F_T$ ), Архимеда ( $F_{Арх}$ ) и трения ( $F_{тр}$ ). Найти время отбора ( $t$ ) частиц данного размера ( $\varnothing=2R$ ) с глубины ( $H$ ):

$$F_{тр} = 6\pi R\eta U; \quad U = \frac{H}{t} \quad F_T = mg = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_s g; \quad F_{Арх} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_0 g$$

$$F_T - F_{Арх} = F_{тр} \quad \text{или} \quad \frac{4}{3}\pi R^3 (\rho_s - \rho_0)g = 6\pi R\eta \frac{H}{t}$$

$$t = \frac{9}{2} \frac{H\eta}{gR^2(\rho_s - \rho_0)}$$

Итак, время обратно пропорционально квадрату радиуса частиц и прямо пропорционально глубине отбора пробы и вязкости жидкости. Проведем расчеты в **EXCEL** для фракции «физической глины» ( $\varnothing=0,01$ мм или  $R=5 \cdot 10^{-5}$ м), которая является критерием в двучленной классификации почв по гранулометрическому составу **С.И Долгова**. Для  $H=5$  см (0,05м), **время оказывается близким к 10 мин (10±0,3 мин)**. Поэтому ориентировочно для минеральных почвогрунтов с плотностью твердой фазы 2,3-2,7 г/см<sup>3</sup> можно пользоваться методом **«десятиминутной пробы»**

## Ход работы:

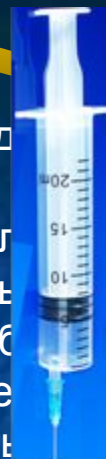
- a. Взвесить почвогрунт (геоматериал) с точностью 0,001 г (М) на листке кальки с обнуленным весом. Навеска ~20 г. Ссыпать пробу в большой пластиковый стакан для напитков и прилить по каплям 25 мл 4% пиррофосфата натрия. Для диспергации растереть полученную пасту резиновой пробкой (удобно использовать электродрель с резиновой пробкой на конце сверла) в течение 5 мин. Долить до 0,5л отметки водой, измерить температуру и с помощью мешалки в виде перфорированного диска тщательно взболтать вертикальными движениями суспензию в течение 30 сек. По окончании засечь время (t) до достижения требуемого для осаждения частиц больше 0,01мм времени (t) опустить заданную глубину (H) шприц с иглой и распылителем и отобрать аликвоту объемом 20 мл суспензии. Перенести из нее 2-4 мл в предварительно взвешенную ( $m_0$ ) металлического бюкса, взвесить ( $m_{вл}$ ) и поставить на стеклокерамическую плиту для выпаривания. Взвесить после выпаривания крышку с фракцией физической глины ( $<0.01\text{мм}$ ) –  $m_{фг}$ .
- b. Рассчитать массовую долю физической глины (X%):

$$X\% = \left( \left( \frac{(m_{фг} - m_0)V_{ал}}{m_{вл} - m_{фг}} \right) - 0,04 \right) \frac{V}{V_{ал}} \frac{(100 + W_r)}{M}$$

Здесь  $W_r$  – гигроскопическая влажность в %, 0,04 г – масса 4% пиррофосфата в 25 мл аликвоте. Так как  $V/V_{ал} = 500\text{мл}/20\text{мл} = 25$ , а  $V_{ал} \cdot 25 = 500$ , то уравнение примет вид:

$$X\% = \left( 500 \left( \frac{m_{фг} - m_0}{m_{вл} - m_{фг}} \right) - 1 \right) \frac{(100 + W_r)}{M}$$

- c. По доле физической глины (X%) оценить градацию дисперсности исследуемого (материала) по Долгову.





## Практическое занятие №2:

2. Удельная поверхность. Отношение суммарной площади поверхности частиц ( $\Sigma S$ ) к массе твердой фазы  $m_s$ :  $S_p = \Sigma S/m_s$ .

Определяется расчетом из изотерм сорбции (паров воды, азота или иных веществ) обычно по теории БЭТ (Брунауэра, Эммета, Теллера). Изотермы сорбции паров воды определяют статическим ( в стационарной атмосфере) или динамическим ( в паро-газовом потоке) методами сорбционного равновесия как функции массовой доли влаги в образце (влажности  $W$ ) от относительной влажности воздуха ( $RH$ ). Аппроксимируя изотерму уравнением БЭТ в линейной форме:

$$y = \frac{RH}{W(1-RH)} = b + a \cdot RH$$

$$S_p [M^2/\Gamma] = \frac{36,16}{a + b}$$

где  $a$ ,  $b$  – физически-обоснованные параметры аппроксимации, оценивающие влажность монослоя по БЭТ (массовую долю влаги в состоянии, когда вода покрывает поверхность дисперсных частиц слоем в одну молекулу)  $W_m = 1/(a+b)$

Зная влажность монослоя и площадь одной молекулы ( $S_0$ ), легко рассчитать

искомую удельную поверхность:  $S_p = W_m N_a S_0 / M = 36,16 W_m$

Здесь  $N_a$ ,  $M$  - число Авогадро и молекулярная масса воды.

Ориентировочно можно оценить удельную поверхность (дисперсность) геосреды

(материала) по гигроскопической влажности материала:  $S_p \sim (15-20) \cdot W_\Gamma$

