

Практическое занятие №2:

Дисперсность геосреды, критерии и методы ее оценки.

- 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 ρ_0 и динамической вязкостью η . На падающую частицу с эквивалентным радиусом R и плотностью ρ_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/см³ 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 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 до достижения требуемого для осаждения частиц больше 0,01мм времени (t) опустить заданную глубину (H) шприц с иглой и распылителем и отобрать аликвоту объема 20 мл суспензии. Перенести из нее 2-4 мл в предварительно взвешенную (m_0) металлического бюкса, взвесить ($m_{вл}$) и поставить на стеклокерамическую плиту 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 (ΣS) 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: $S_p \sim (15-20) \cdot W_\Gamma$

