

Лекція 2. Методологія дослідження головних властивостей осадів

1. Відбір проб осадів.
2. Визначення вмісту вологи в осаді.
3. Визначення зольності та густини осадів.
4. Питомий опір осадів.
5. Визначення гранулометричного складу та міцності гранул осаду.

1. Проби відбирають для визначення фізико-механічних властивостей та хімічного складу осаду з метою подальшого його використання, контролю роботи очисних споруд.

Проби розділяють на *одноразові*, *середні* та *контрольні*.

Одноразова проба відбирається за один прийом через визначені інтервали часу. Характеризує склад та якість осаду в місті відбору пробита на протязі часу. **Середня проба** – це відносно невелика кількість осаду, яка за своїми фізико-механічними властивостями, хімічному складу відповідає загальній масі осаду. Середню пробу можна отримати змішуванням декількох одноразових проб, що взяті в одному місці або на різних рівнях і в різний час. **Контрольна проба** – частина одноразової або середньої проби, що є резервною. Використовують для повторних дослідів, аналізів, порівняння.

Розрізняють *суцільний*, *недосконалий*, *відбірковий* методи відбору проб

При *суцільному* методі досліджують весь об'єм осаду. **Недосконалий** метод відбору передбачає періодичний відбір осаду незалежно від будь-якої схеми. Результати дослідів такого відбору не підлягають математичній обробці. При *відбірковому* методі виконується відбір частини об'єму осаду, який проводиться за визначеною схемою: одноступеневою, двоступеневою виборкою і т.д.

Одноступенева виборка передбачає відбір проб із всього об'єму. Для двохступеневої виборки весь об'єм розділяється на групи за будь-якою ознакою.

Волога – це будь-яка рідина, що видаляється під час обробки. Кількість вологи у відсотках називають **вологістю** осаду. Визначається висушенням визначеної частини осаду при $t=105^{\circ}\text{C}$. Загальна маса вологого осаду $M_{\text{вол.ос}}$:

$$M_{\text{вол.ос}} = M_{\text{вол}} + M_{\text{с.о.}},$$

де $M_{\text{вол}}$ – маса вологи, кг,

$M_{\text{с.о.}}$ - маса абсолютно сухої речовини осаду, кг.

Вологість можна визначити як від загальної маси вологого осаду, що приймається за 100% (відносна вологість), так і від маси абсолютно сухої речовини осаду, що приймається за 100% (абсолютна вологість).

Відносна вологість $W_{\text{відн.}}$:

$$W_{\text{відн.}} = (M_{\text{вол}} / M_{\text{вол.ос}}) \times 100 = M_{\text{вол}} / (M_{\text{вол.}} + M_{\text{с.о.}}),$$

Абсолютна вологість $W_{\text{абс.}}$:

$$W_{\text{абс.}} = [M_{\text{вол}} / M_{\text{с.о.}}] \times 100$$

Припустимо, що в 1 кг осаду вміщується 0,1 кг сухої речовини та 0,9 кг вологи. Вологість осаду до загальної маси визначається за формулою:

$$W_{\text{відн.}} = [M_{\text{вол}} / M_{\text{вол.о}}] \times 100 = (0,9/1,0) \times 100 = 90\%$$

Вологість осаду на загальному масу може змінюватися від 0 до 100%. Стовідсоткову вологу має вода, в якій відсутні абсолютно сухі речовини.

Відносна вологість:

$$W_{\text{відн.}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \times 100,$$

де m_1 – маса чашки з вологим осадом, г,

m_2 - маса чашки з висушеним осадом, г,

m_3 - маса порожньої чашки, г.

3. Зольність характеризує вміст в осаді мінеральних домішок. Для її визначення беруть 5г. осаду, перекладають в фарфоровий тигель, попередньо прокалений та зважений, при цьому осад не повинен займати більше, ніж 2/3

від об'єму тигеля. Відкритий тигель з осадом поступово нагрівають у муфельній печі, органічні речовини випалюються. Потім осад прокалюють на протязі 2 год. при $t=800^{\circ}\text{C}$, охолоджують в ексікаторі.

Зольність визначається за формулою:

$$Z = \frac{m_4 - m_5}{m_6 - m_5} \times 100 ,$$

де m_4 – маса тигеля з прокаленим осадом, г, m_5 - маса порожнього тигеля, г, m_6 - маса тигеля з висушеним осадом, г.

Густина осадів характеризує масу одиниці об'єму:

$$\rho = m / V ,$$

де m – маса осаду, г, V - об'єм осаду, cm^3 .

Густина сирого та термічно висушеного осаду визначаються за методом **мірного циліндра**. Циліндр висушується і зважується, потім у нього заливають осад до позначки 100 cm^3 . Густина осаду дорівнює:

$$\rho = (m_2 - m_1) / V ,$$

де m_1 – маса порожнього циліндру, г,

m_2 – маса циліндра з осадом, г,

V - об'єм осаду в циліндрі, cm^3 .

Густина зневодненого осаду визначають за методом **ріжучого кільця**, що має форму правильного циліндра із загостреним нижнім краєм. Зважене кільце вдавлюється у зневоднений осад і потім зважується з осадом.

Густина осаду:

$$\rho = (m_2 - m_1 - m_3) / V ,$$

де m_1 – маса ріжучого кільця, г, m_2 – маса кільця з осадом, г, m_3 – маса покривного скла, г, V - об'єм осаду, cm^3 .

4. Одним із показників інтенсивності зневоднення осадів являється значення питомого опору.

Питомий опір r можна визначити за формулою:

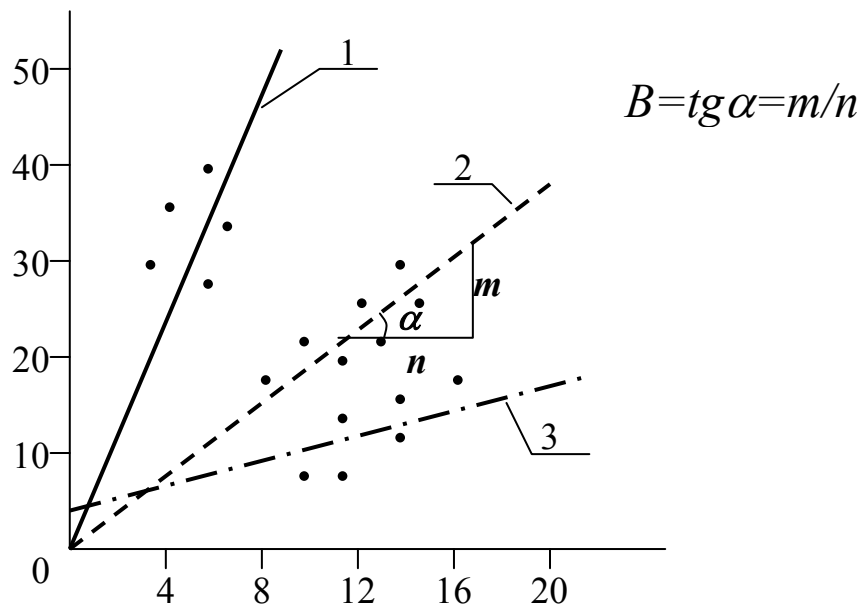
$$r = \frac{2 \times P \times F^2}{\eta \times C} \times b ,$$

де P – значення вакууму Па, F – площа фільтруючої поверхні, m^2 ,
 η - в'язкість фільтрату, $n \times c/m^2$, C – концентрація осаду, $кг/м^3$,
 b – параметр, що визначається за формулою:

$$b = \frac{t/V}{V},$$

де t - тривалість фільтрації, с,
 V - об'єм фільтрату, $м^3$.

Параметр b можна визначити графічно, як тангенс кута нахилу прямої в коефіцієнтах $x=V$; $y=t/V$ (рис.1).



1 – сирий осад; 2 – осад, скоагульований хлорним залізом, $FeCl_3$;
 3 – осад, скоагульований $FeSO_4$

Рисунок 1 – Визначення питомого опору осадів

Питомий опір визначається при постійних значеннях F , η , P . Якщо прийняти:

$$(2 P F^2) / \eta = K, \text{ то}$$

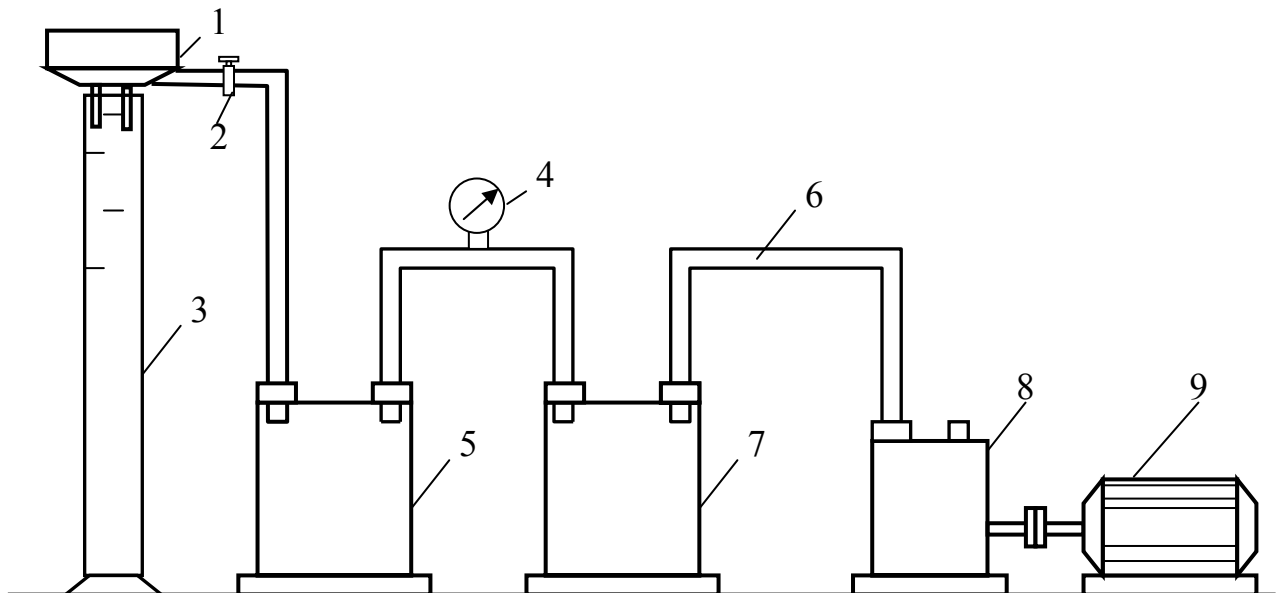
$$r = K (b / C)$$

Параметри b , C визначаються в лабораторних умовах (рис. 2).

V_0 - початковий об'єм фільтрату.

Спочатку визначають густину 200см^3 осаду за вищеписаним методом. Потім визначають вологість осаду. Осад виливається у воронку 1, кран 2 закривається. Вмикають вакуум-насос 8, відкривають кран 2 після

встановлення заданого вакууму (спочатку вакуум падає, потім його доводять до заданого значення 500мм.рт.ст.). Після встановлення заданого режиму вмикають секундовимірювач та записують рахунок початкового об'єму фільтрату V_0 в циліндрі **3**.



1 – воронка Бюхнера, 2 – кран, 3 – циліндр мірний; 4 – вакуум вимірювач; 5 – ємкість фільтрату; 6 – вакуумний шланг; 7 – ресивер; 8 – вакуум-насос; 9 – електродвигун

Рис.1. 2 Визначення питомого опору осадів в лабораторії

Потім дослідження проводяться при постійному вакуумі. Спочатку значення об'єму фільтрату V записують через кожні 10-15с, потім через 1-2хв. Дослід триває 15-20хв. Коли фільтрат перестає надходити, або з'являються тріщини на поверхні осаду, вакуум-насос вимикають.

Рисунок 2 – Лабораторний стенд для визначення питомого опору осадів

Таблиця 3 – Результати досліджень для визначення параметра b

t, c	V_1, cm^3	$V=V_1 - V_0$	T/V
0	14	-	-
30	35	21	1.43
60	42	28	2.14
90	50	36	2.50
120	56	42	2.86
150	61	47	3.20
180	66	52	3.51
210	71	57	3.70
240	75	61	3.92
300	82	68	4.41

де V_1 – об'єм фільтрату; V_0 - початковий об'єм фільтрату.

За даними таблиці 3 побудовано графік (рис. 1).

5. В процесі термічної сушки отримують висушених гранулоподібний осад різних фракцій. Гранулометричний склад осаду можна визначити за ситовим методом. Розподіл частин осаду за крупністю виконують в результаті просіювання через набір сит з отворами різного діаметра – 10; 5; 2;

1; 0,5; 0,25; 0,1мм. Сита набираються послідовно таким чином, щоб внизу опинилося сито з отворами найменшого діаметру, зверху – з найбільш крупними отворами. На верхнє насипається навіска термічно висушеного осаду масою 1 кг, закривається кришкою та струшується на протязі 10 хв. Після цього по черзі сита знімаються та зважується осад (залишок) на кожному з них.

Вміст кожної фракції визначають за формулою:

$$A = (m_{\phi}/m_n) 100 ,$$

де m_{ϕ} – маса фракції, кг; m_n - маса наважки, кг.

Прилад для визначення механічної міцності гранул складається з мікропресу для роздавлення гранул та циферблатних терезів.

Відбирають 25 гранул, викладають їх до полірованої підставки. За допомогою мікрогвинта опускають поршень преса та визначають тиск на гранули. Гвинт опускається до моменту руйнування гранул, що фіксується різким відхиленням стрілки. Середню міцність гранул визначають за формулою:

$$P_{cp} = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / 25 ,$$

де $P_1 + P_2 + \dots + P_n$ – міцність окремих гранул, г;
25 - число гранул.

Питання для самоперевірки

1. Що таке абсолютна вологість? 2. Чому буде дорівнювати абсолютна вологість 1 кг осаду, якщо його відносна вологість складає 88 %? 3. Як змінюється питомий опір після ущільнення осаду?