

## Лекція 7. Основи технології зневоднення осадів

1. Теоретичні основи технології фільтрування осадів.
2. Зневоднення осадів на барабанних вакуум-фільтрах

**1. Фільтрування** – гідродінамічний процес, швидкість якого прямопропорційно залежить від різниці тиску, що утворюється по обидва боки фільтруючої перегородки, та зворотно пропорційний опору рідини. Різниця тиску утворюється за допомогою компресора або вакуум-насосів. Швидкість фільтрування зменшується внаслідок зростання товщини осаду та збільшення його опору. На процес фільтрування суттєво впливають дві групи факторів: до першої групи факторів мають відношення такі фактори, як: площа поверхні фільтрувальної перегородки, різниця тиску, товщина шару осаду, в'язкість рідинної фази; до другої групи належать такі фактори, як розмір та форма пор осаду, товщина подвійного електричного поля на поверхні твердих часточок.

Ціллю зневоднення осадів являється перевтілення рідинної маси у вологий кек. Періодичність процесу, незапланованість зупинки приводять до накопичення осадів, розвитку гнилосних процесів, розчиненню частин осаду та руйнуванню активного мулу. Тому необхідно допускати лише мінімальне накопичення осаду, запобігати розвитку гнилосних процесів.

Осади різного складу фільтруються з різною швидкістю. Так осади, до складу яких належать сполуки з великою валентністю ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $P_2O_5^{3-}$ ) легко віддають вологу. Взагалі, чим більший розмір частин осаду, тим кращі вологовіддаючі властивості має суспензія.

Технологічною характеристикою фільтрації осадів являється питомий опір фільтрації.

Чим більше значення питомого опору, тим гірше осад фільтрується, тим більше потрібно часу для досягнення потрібної концентрації.

Пористість матеріалів, що стискаються, змінюється із зміною тиску. Залежність питомого опору від пористості можна показати у вигляді формули Козені-Кармана:

$$r = \frac{1}{\Phi} \frac{(1-\varepsilon)^2}{d^2_1 \varepsilon^3},$$

де  $\varepsilon$  – пористість;  
Ф- коефіцієнт, що залежить від форми поперечного січення пор осаду;  
 $d_1$ - діаметр капіляра.

Проякність частин осаду пропорційна функції  $\varepsilon^3/(1-\varepsilon)^2$ . Тому незначна зміна пористості  $\varepsilon$  може викликати значні зміни просякності та змінити швидкість фільтрації. Під час фільтрування під постійним тиском швидкість фільтрування зворотно пропорційна товщини осаду (кека).

Універсальних рекомендацій для вибору того або іншого фільтра не існує. Але треба враховувати наступні фактори: для питомого опору осаду  $r_0$  більше, ніж  $10^8 \dots 10^{12}$  1/м<sup>2</sup> або швидкості утворення осаду менше, ніж  $8 \times 10^{-3}$  м/с при різниці тиску  $\Delta p = 8 \times 10^4$  Па перевагу треба віддавати фільтрам, що працюють під дією тиску; для завищених вимог до фільтрату рекомендується застосовувати фільтри періодичної дії; для великої продуктивності краще застосовувати фільтри безперервної дії.

Продуктивність будь-якого фільтру можна визначити за наступними формулами:

Продуктивність за фільтратом:

$$G_{\phi} = w_{\phi} \times F_{\phi} \times K_n \times K_m ,$$

де  $F_{\phi}$  – площа поверхні фільтра, м<sup>2</sup>;

$w_{\phi}$  - середня швидкість фільтрування на протязі циклу, м/с;

$K_n$  - коефіцієнт, що враховує збільшення опору фільтруючого матеріалу при багатократному використанні,  $K_n = 0,8$ ;

$K_m$  - коефіцієнт, що враховує масштабний фактор,  $K_m = 0,7 \dots 0,9$ .

Продуктивність за суспензією:

$$G_c = G_{\phi} (1 + X_0) ,$$

де  $X_0$  – відношення об'єму отфільтрованого осаду до об'єму фільтрата.

Продуктивність за осадом:

$$G_{oc} = G_{\phi} X_e / (1 - W) ,$$

де  $X_e$  – маса твердої фази, що відкладається під час проходження одиниці об'єму фільтрата;

$W$  - масова вологість осаду після просушки.

Продуктивність вакуум-фільтрів за сухої речовиною можна визначити за формулою:

$$L = 0,24 \frac{100 - W_k}{W_u - W_k} \times \sqrt{\frac{m \times P \times \rho \times (100 - W_u)}{\eta_o \times M \times R}},$$

де  $W_u, W_k$  – вологість осаду та кеку відповідно, %;

$m$  - час дії фільтроциклу, % від загальної тривалості фільтроциклу;

$P$  - тиск, мм.рт.ст.;

$\rho$  - густина, т/м<sup>3</sup>;

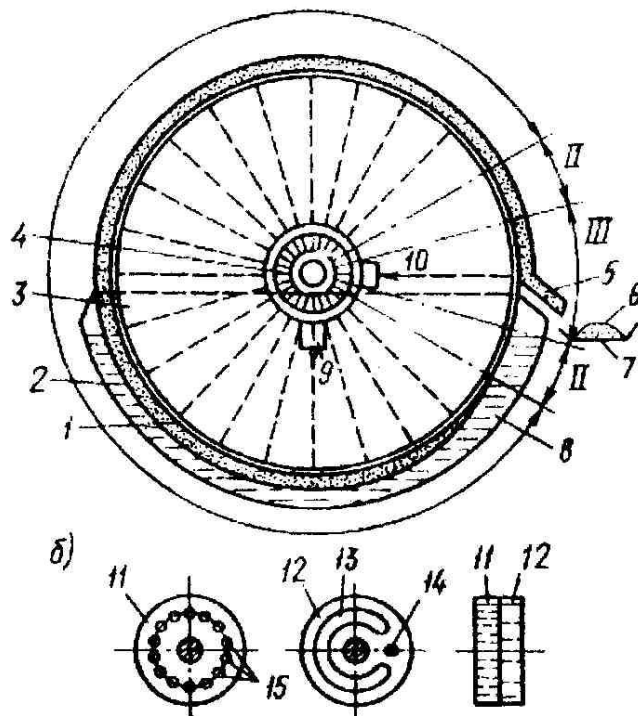
$R = r \times 10^{-10}$ , см/г;

$M$  - час одного оберту барабана, хв;

$\eta_o$  - в'язкість фільтрату.

2. Зміна тривалості оберту барабана вакуум-фільтра з 1,5 до 8 хв може знизити продуктивність у 2,3 рази. Зниження вологості осаду з 98 до 92% може збільшити продуктивність вакуум-фільтрів у 2,5-2,8 рази.

Барабанний вакуум-фільтр (рис.9) складається із горизонтально розташованого порожнього барабана, що на 35-40% занурений в корито з осадом. Бокова поверхня барабана обтягнута фільтрувальною тканиною. Порожнина барабану розділена на секції з відводящими трубками. Під час обертання барабана частина його поверхні занурюється в осад. Фільтрат під дією вакууму проходить через фільтрувальну тканину, по патрубку відводиться у ресивер, кек затримується на поверхні тканини. Секції барабана знаходяться то під вакуумом, то в зоні віддувки. Відповідно цьому утворюються зони вакуума I, віддувки III, нейтральна зона II. Зневоднений кек знімається в зоні віддувки за допомогою ножа та падає на конвеєр.



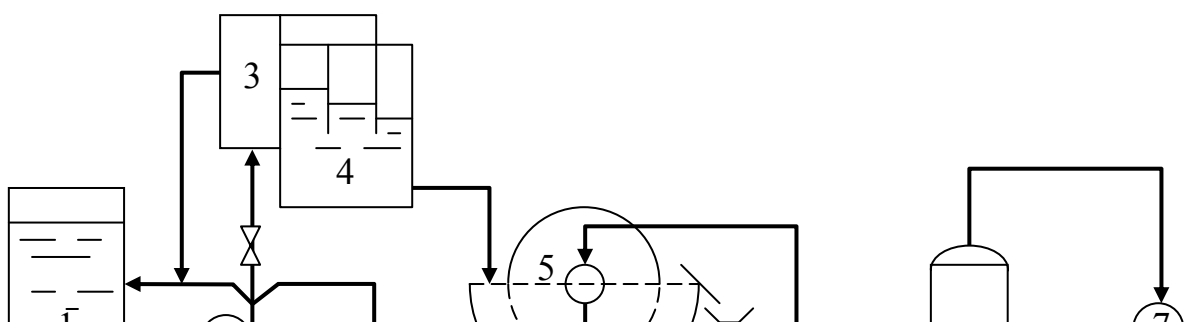
1 – перфорований барабан; 2 – корито для фільтрату; 3 – секція; 4 – ніж; 5 – кек; 6 – конвейер; 7 – осад; 8 – патрубок надходження стислого повітря; 9,10 – рухома та нерухома шайби; 11,12 – щілини для з'єднання.

Рисунок 1. 9-Схема влаштування барабанного вакуум-фільтра

Серійно випускаються вакуум-фільтри із сходящим полотном БсхОУ-5 ;10; 10; 40 м<sup>2</sup>.

На рис. 11 показана схема встановлення вакуум-фільтрів із допоміжним обладнанням. Осад із збирного резервуару за допомогою фекальних плунжерних насосів подається в резервуар-дозатор. Із резервуара-дозатора скоагульований хлорним залізом та вапном осад через змішувач направляється на вакуум-фільтр Фільтрат під дією вакуума, що створюється за допомогою вакуум-насосів, відсмоктується у ресивери. В ресиверах відбувається розділення водоповітряної суміші, повітря відсмоктується насосами, а фільтрат відводиться в аналізацію.

Вибір ресивера виконується за максимальною витратою водоповітряної суміші, що проходить через очищувану зону із швидкістю 1м/с. Серійно випускаються ресивери об'ємом 0,4; 1; 1,6; 2,5; 4 м<sup>3</sup>, діаметром 0,7; 0,9; 1; 1,2; 1,4м.



1 – збірний резервуар; 2 – насос; 3 – резервуар-дозатор осаду та хімічних реагентів; 4 – змішувач; 5 – барабанний вакуум-фільтр; 6 – ресивер; 7 – вакуум-насос; 8 – повітродувка.

Рисунок 11 – Технологічна схема зневоднення осаду

#### **Питання для самоперевірки**

1. Як питомий опір осадів впливає на процес фільтрування? 2. Для чого застосовують ресивери? 3. Які фактори впливають на процес фільтрування? 4. Як відбувається процес зневоднення осаду на вакуум-фільтрі?

