

## Лекція 8. Споруди для зневоднення осадів

1. Зневоднення осадів на фільтр-пресах.
2. Центрифугування осадів.
3. Підсушування осадів на мулових майданчиках.

1. Фільтр-преси дозволяють автоматизувати процес фільтрування осадів, регенерувати фільтрувальну тканину, здійснювати процес в безперервному режимі та збільшувати продуктивність фільтрів. При зневодненні осадів міських стічних вод на фільтр-пресах вологість кеку знижується до 50-70%. В СНД, Фінляндії, Німеччині випускаються камерні фільтр-преси різних типорозмірів і модифікацій.

Рамові та камерні фільтр-преси являються апаратами періодичної дії, тиск фільтрації складає 0,3...1,7 МПа (2-16 ат), тривалість фільтрації - від декількох хвилин до 4-6 год.

На очисних станціях Західної Європи, США та Японії широке розповсюдження отримали двохстрічкові горизонтальні, вертикальні, барабанні та кутові фільтр-преси безперервної дії.

Перед зневодненням в осаді вводять флокулянти. В залежності від флокулянта, типу та властивостей осаду доза флокулянтів коливається від 1...1,5 до 8...10 кг/т сухої речовини осаду.

Принцип дії горизонтального барабанного, вертикального двохстрічкового фільтр-преса ґрунтується на видаленні вологи під дією тиску, який утворюється стрічкам, що звужуються.

На горизонтальних стрічкових фільтр-пресах (рис. ) відбувається зневоднення спочатку на верхній стрічці в результаті флокуляції та гідростатичного видалення вологи, потім на нижній за рахунок тиску, що утворюється між двома стрічками, відстань між якими звужується на конус. Фіксація положення стрічки здійснюється регулюємими валками.

На барабанному фільтр-пресі осад зневоднюється між двома стрічками, що обертаються.

На вертикальному фільтр-пресі зневоднення осадів здійснюється через вертикально розташовані фільтруючі стрічки. Сфлокульований осад

спочатку зневоднюється під дією сил гравітації, потім під дією сил тиску між фільтруючими стрічками.

Фільтруючі стрічки виготовляються з металевої сітки, нейлонової фільтрувальної тканини, армірованої поліефірної або поліпропіленової одно-, багато- шарової сітки. Стрічки безперервно промиваються водою, яка подається із насадок під тиском 0,5МПа. Продуктивність фільтрів за осадом становить від 2 до 20 м<sup>3</sup>. Стрічкові фільтр-преси на відміну від фільтр-пресів камерного або рамового типів дають більш високу вологість кеку, але вони більш прості в конструкції та при експлуатації.

В країнах СНД стрічкові фільтр-преси випускаються двох типорозмірів: ФПЛ 1-5 з шириною стрічки 0,75м (Воронеж) та ЛПР 10-1,2Р-001 (Бердичев) з шириною стрічки 1,5м.

Для зневоднення концентрованих суспензій застосовують автоматизовані камерні фільтр-преси з механічним зажимом горизонтально розташованих фільтрувальних плит – типу ФПАКМ, та вертикально розташованими фільтрувальними плитами - типу ФПАВ. Вони мають робочий тиск до 1,6 МПа, площа поверхні фільтрації фільтрів типу ФПАКМ – 2,5; 10; 25; 50; 100 м<sup>2</sup>; типу ФПАВ – до 500 м<sup>2</sup>.

Схема дії фільтр-пресу типа ФПАКМ показана на рис. .

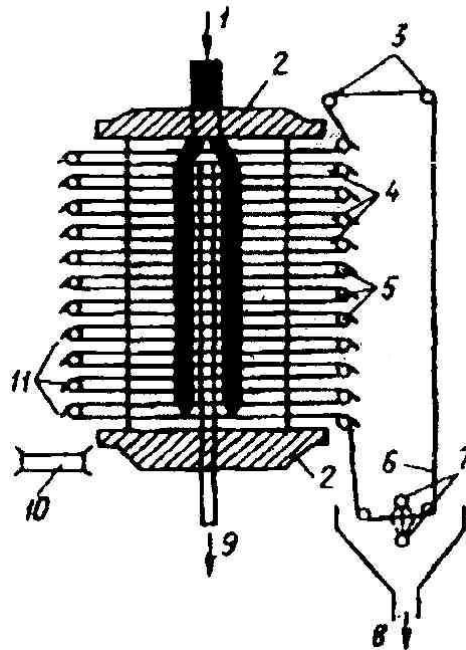
Зневоднена суспензія та стисле повітря подаються по колектору та за допомогою бокових каналів розподіляються по камерам. Фільтроцикл об'єднує процеси подачі суспензії до камери, її зневоднення під тиском, віджиму гумовими діафрагмами, вивантаження кека та регенерації фільтрувальної тканини. Після зневоднення фільтрувальна тканина пересувається на один крок, що відповідає довжині фільтрувальної плити. При переміщенні тканини осад знімається ножом, тканина регенерируется водою із насадок. Зневоднений осад за допомогою транспортера переміщується в бункер.

Продуктивність фільтр-пресів  $L_{\phi}$ , кг/(м<sup>2</sup>×год) за сухою речовиною можна визначити за формулою:

$$L_{\phi} = \frac{(100 - W_k) \eta \rho_{тв}}{20 t_{\phi}},$$

Чим нижче показник стислості осадів, тим більший тиск може бути використаний для зневоднення осадів. Зниження показників стислості осадів

досягається введенням вапна або присадочних матеріалів, що змінюють структуру осадів та мають низькі показники стислості.



- 1 – подача осаду; 2 – підтримуючі плити; 3 – натяжні ролики;  
4 – фільтрувальні плити; 5 – напрямлюючі ролики;  
6 – фільтрувальна тканина; 7 – насадки для регенерації;  
8 – відведення промивної води; 9 – відведення фільтрату;  
10 – конвейєр; 11 – ножі.

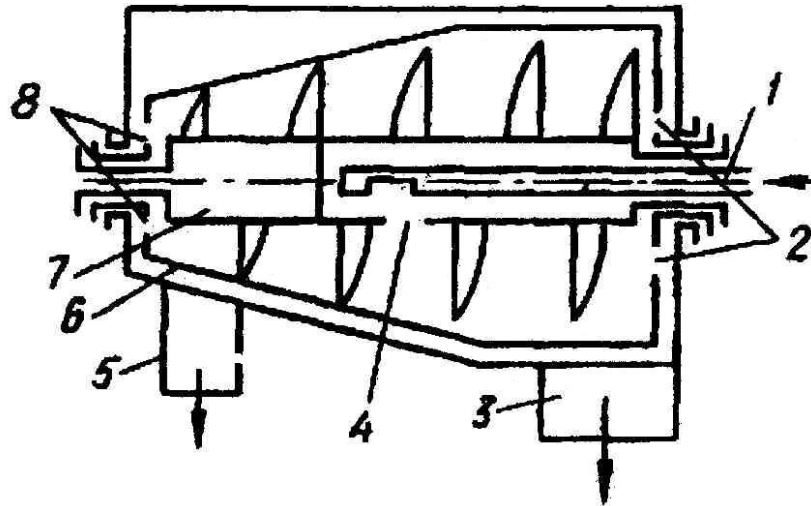
Рисунок – Схема дії ФПАКМ

Так, щоб отримати kek вологістю меншою, ніж 65%, питомий опір осаду повинен бути нижче  $50 \times 10^{10}$  см/г при значенні тиску  $P = (4 \dots 5) \times 10^{10}$  Па.

Найбільший ефект при зневодненні осадів із забрудненнями мінерального походження досягається при використанні фільтр-пресів камерного типу. В цих випадках відпадає необхідність в застосуванні коагулянтів і одночасно досягається низька вологість кека.

4. За принципом дії центрифуги класифікуються на осаджувальні, фільтруючі, періодичної та безперервної дії.

Для зневоднення осадів стічних вод найбільш відповідними являються безперервно діючі осаджувальні горизонтальні центрифуги із шнековим вивантаженням осаду (ОГШ). В осаджувальних центрифугах частини осаду, що мають густину більшу, ніж густина рідинної фази, під дією відцентрових сил осаджуються на внутрішній поверхні ротора та видаляються шнеком, а рідинна фаза у вигляді кільцевого шару розташовується поблизу вісі обертання ротору та безперервно видаляється. Схема улаштування центрифуги показана на рис. .



1 – труба для подачі осаду; 2 – зливні отвори; 3 – зливна труба;  
 4 – отвори приймальної камери; 5 – труба бункера;  
 6 – приймальна камера ротора; 7 – шнек; 8 – вікна для відведення осаду.

Рис. Схема улаштування центрифуги типу ОГШ.

Ефективність затримання сухої речовини  $E$  можна визначити за формулою:

$$E = \frac{C_k(C_{oc} - C_\phi)}{C_{oc}(C_k - C_\phi)} 100,$$

де  $C_k$ ,  $C_{oc}$ ,  $C_\phi$  – концентрація сухої речовини відповідно кека, осада, фугата

Продуктивність за зневодненим осадом  $\Pi_k$ :

$$\Pi_k = \frac{10 \Pi_{вих} (100 - W_{вих}) \rho E}{100 - W_k},$$

де  $\Pi_{вих}$  – продуктивність за вихідним осадом, м<sup>3</sup>/год,

$\rho$  – густина осаду, т/м<sup>3</sup>.

Центрифугування має тіж самі переваги, що й вакуум-фільтрація: можливість автоматизації процесу; незалежність від кліматичних умов; сприятливість скороченню площі, тривалості зневоднення.

Разом з тим осади на центрифугах можна зневоднювати без попередньої обробки хімічними реагентами, що для станцій аерації продуктивністю 70...100 тис. м<sup>3</sup>/доб суттєво спрощує експлуатацію установ для обробки осадів та підвищує їх економічні показники. Центрифугування

осадів без коагуляції хімічними реагентами дозволяє отримувати кек вологістю 50-80%, але виніс завислих речовин з фугатом при цьому складає 35-60% від кількості сухої речовини осаду.

Для збільшення ефективності затримання сухої речовини осади обробляють хімічними реагентами. Використання хлорного та сіркового заліза, сульфату алюмінія та інших мінеральних реагентів не дає суттєвого збільшення ефективності затримання сухої речовини, тому що утворені пластівці руйнуються під дією відцентрової сили. Введення в осади вапна та інших присадочних матеріалів сприяє покращенню їх вологовіддаючих властивостей та збільшенню ефективності затримання сухої речовини.

Технічні характеристики центрифуг приведені в [ ].

Досвід експлуатації центрифуг показав, що для підвищення строку служби шнеків для видалення піска доцільно встановлювати напірні гідроциклони діаметром 300-500 см.

Існують наступні схеми центрифугування осадів та обробки фугату здійснені на окремих станціях аерації:

- схема центрифугування суміші осаду первинних відстійників та надмірного активного мулу із скидом фугата в головні очисні споруди;
- схема центрифугування зброженого осаду із скидом фугата на мулові майданчики;
- схема центрифугування активного мулу з використанням фугата для очищення стічної води в аеротенках;
- схема центрифугування осаду первинних відстійників з аеробною мінералізацією фугату у суміші з активним мулом.

3. При застосування механічних методів зневоднення мулові майданчики проектуються як аварійні споруди, що розраховуються на двохмісячний об'єм осаду.

Досвід роботи мулових майданчиків московських станцій аерації показує, що пісчана основа та дренаж мулових майданчиків швидко кольтматуються, тому розповсюдження отримали мулові майданчики на природній основі. При навантаженні на такі майданчики  $1 \text{ м}^3/\text{м}^2 \times \text{рік}$  для станцій продуктивністю 1млн.  $\text{м}^3/\text{добу}$  потрібна територія більша, ніж 200 га корисної площі.

На сьогоднішній день застосовуються мулові майданчики з природною основою без дренажа та з дренажем; на штучній дренажній основі; на асфальтово-бетонній основі, а також каскадні мулові майданчики з відстоюванням та поверхневим видаленням води; мулові майданчики з гравійними колодязями; майданчики-ущільнювачі; майданчики з механічним видаленням осаду та інші.

Наприклад, для підсушення осаду, зброженого в термофільних умовах, застосовують мулові майданчики на природній основі з поверхневим видаленням мулової води. Після заповнення карт мулового майданчику та верхнього злива подальше зневоднення осаду відбувається за рахунок випарення вологи. Вологість осаду після злива води знижується з 97 до 95 %, після підсушення на протязі року – до 90-92%. Із врахуванням підсушення до вологості 75-80% та вивезення висушеного осаду циклічність заповнення окремих каскадів коливається від 3 до 6 років. Навантаження на ці майданчики складає в середньому  $0,9-1,1 \text{ м}^3/\text{м}^2 \times \text{рік}$ , середній питомий опір даного осаду- $9000 \times 10^{10} \text{ см/г}$ .

Механізм дії мулових майданчиків в основному складається із наступних процесів: згущення осаду та видалення рідинної фази з поверхні; фільтрація рідинної фази через шар осаду та видалення її за допомогою дренажа; випарення рідини з поверхні осаду.

Конструкцію майданчиків слід вибирати в залежності від значення питомого опору осадів: при значеннях питомого опору  $r \leq 1000 \times 10^{10} \text{ см/г}$  використовують штучну пісчано-гравійну основу з трубчатим дренажем; при  $r = 1000 \times 10^{10} \dots 4000 \times 10^{10} \text{ см/г}$  – природну основу з дренажем; при  $r > 4000 \times 10^{10} \text{ см/г}$  застосовують схему з відстоюванням та поверхневим видаленням мулової води.

Промивка осадів перед підсушуванням дозволяє збільшити навантаження на мулові майданчики на 73%, а коагуляція осадів хімічними реагентами або введення присадочних матеріалів – у 2-3 рази.

Необхідний ефект роботи мулових майданчиків досягається лише при їх правильній експлуатації. Кольматація основи відбувається тим швидше, чим гірше фільтруються осадки, що пов'язано із значним вмістом в них дрібнодисперсних та колоїдних частин.

Шар напуску осаду на мулові майданчики може бути тим більший, чим менше значення питомого опору осаду.

Для підтримки пористості основи осад з майданчиків видаляється разом з верхнім шаром піска дренажної основи, перед наступним циклом зневоднення її відновлюють додаванням тонкого шару піска.

При великих значеннях питомого опору осаду, коли основна волога видаляється шляхом випарення, тривалість підсушення осаду знаходиться у квадратичній залежності від глибини наповнення, а швидкість випарення тим більша, чим менший шар напуску осада.

Інтенсивність випарення з вільної поверхні осаду  $W$  залежить від швидкості вітру, вологості і температури повітря та інтенсивності сонячної радіації:

при швидкості вітру  $v_e \leq 100$  см/с

$$w = 3,24 \cdot 10^{-9} L^{0,73} B^{0,8} (P_w - P_a)(1 + 0,12 v_n^{0,85}),$$

при  $v_e \geq 100 \dots 300$  см/с

$$w = 1,6 \cdot 10^{-9} L^{0,77} B (P_w - P_a)(1 + 0,12 v_n^{0,85}),$$

де  $L, B$  – відповідно довжина та ширина площадки, см;

$P_w$  - тиск пару на поверхні, що випарюється, Па;

$P_a$  - барометричний тиск, Па;

$v_n$  - швидкість повітряного потоку, см/с.

Питання інтенсифікації роботи мулових майданчиків та механізації вивезення висушеного осаду потребують додаткового детального вивчення.

#### **Питання для самоперевірки**

1. В чому полягає принцип дії вертикальних двохстрічкових фільтр-пресів?
2. Яке обладнання застосовують для зневоднення концентрованих суспензій?
3. З яких процесів складається фільтроцикл при зневодненні осадів на фільтрах типу ФПАКМ?
4. Як класифікують центрифуги за принципом дії?
5. Як здійснюється процес зневоднення в природних умовах?