

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до самостійної роботи з дисципліни**  
**«ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ»**

(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання  
спеціальностей 7.06010302 «Раціональне використання і охорона водних  
ресурсів» та 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення»)

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Технологія переробки та утилізації осадів» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 7.06010302 «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» та 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення»). / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: К.Б.Сорокіна. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 20 с.

Укладач: К.Б.Сорокіна

Рецензент: к.т.н., доц. Г.І.Благодарна

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очистки вод, протокол № 11 від 28.05.2012 р.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни.....	5
1.2. Зміст дисципліни.....	5
2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	6
РЕКОМЕНДОВАНИЙ СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	16

## ВСТУП

На сьогоднішній день на більшості станцій очищення стічних вод утворюється величезна кількість частково зневодненого й недостатньо стабілізованого осаду. Обробку осадів стічних вод необхідно проводити з метою максимального зменшення їх об'ємів і підготовки до подальшого розміщення, використання або утилізації при забезпеченні підтримки санітарного стану навколишнього середовища або відновлення її сприятливого стану.

Вирішенням проблеми зневоднення осадів стічних вод займаються вчені всього світу. Проводять нові дослідження, розробляють нові технології та устаткування.

Метою вивчення дисципліни «Технологія переробки та утилізації осадів» є підготовка фахівця, який володітиме знаннями, пов'язаними з вирішенням питань проектування систем обробки та утилізації осадів, утворюваних при очищенні природних та стічних вод.

# 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця, який володітиме знаннями, пов'язаними з вирішенням питань проектування систем обробки та утилізації осадів, утворюваних при очищенні природних та стічних вод.

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладення дисципліни, є теоретична і практична підготовка студентів з питань:

- нормативні документи з організації систем зневоднення та утилізації осадів природних і стічних вод;
- теоретичні основи, методи розрахунку, проектування та влаштування споруд для обробки осадів;
- загальні екологічні аспекти проектування та ефективності роботи систем споруд для обробки осадів.

Предметом вивчення дисципліни є теорія, методи, розрахунок та влаштування споруд з обробки та утилізації осадів стічних вод.

## 1.2. Зміст дисципліни

*ЗМ 1.1. Склад та властивості осадів. Методи обробки осадів стічних вод.*

*Тема 1.* Види, склад і властивості осадів стічних вод.

1. Види осадів стічних вод, їх загальна характеристика.
2. Склад і властивості осадів.

*Тема 2.* Характеристика методів переробки осадів стічних вод.

1. Завдання і сутність методів обробки осадів стічних вод.
2. Можливості найбільш поширених методів обробки осадів.

*Тема 3.* Ущільнення і згущення осадів.

1. Гравітаційне ущільнення.
2. Флотаційне ущільнення.
3. Відцентрове ущільнення.

*Тема 4.* Стабілізація осадів.

1. Аеробна стабілізація.
2. Анаеробне зброджування.
3. Аеробно-анаеробні та анаеробно-аеробні процеси стабілізації.

*Тема 5.* Кондиціонування осадів.

1. Безреагентне кондиціонування осадів.
2. Кондиціонування осадів із застосуванням реагентів.

*Тема 6.* Методи зневоднення осадів.

1. Природне зневоднення осаду.
2. Механічне зневоднення осаду.

*ЗМ 1.2. Знезараження та утилізація осадів. Осади водопровідних очисних споруд.*

*Тема 7.* Знезараження осадів.

1. Термічне та біотермічне знезараження осадів.

2. Хімічне знезараження осадів.

*Тема 8. Термічна сушка осадів стічних вод.*

1. Технологія застосування методів сушки осадів.
2. Основні типи вживаних сушарок.

*Тема 9. Ліквідація осадів.*

1. Спалювання осадів.
2. Скидання осадів в накопичувачі.

*Тема 10. Технологічні схеми обробки осадів стічних вод.*

*Тема 11. Напрями утилізації осадів стічних вод та біогазу.*

1. Напрями утилізації осадів стічних вод.
2. Напрями утилізації біогазу.
3. Технологічні схеми утилізації біогазу.

*Тема 12. Технологія обробки осадів очисних водопровідних станцій.*

1. Класифікація джерел водопостачання за характером осадоутворення.
2. Технологія обробки осадів.
3. Утилізація осадів.

## **2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **Тема 1. ВИДИ, СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД**

Забруднення, що знаходилися в стічних водах у відносно розбавленому вигляді, при очищенні стічних вод затримують і концентрують, в результаті отримують осадки стічних вод.

До первинних осадів відносять грубодисперсні домішки, які знаходяться в твердій фазі й виділені з води такими методами механічного очищення, як проціджування, седиментація, фільтрація, флотація, осадження у відцентровому полі. До вторинних осадів відносять домішки, що спочатку знаходяться у воді у вигляді колоїдів, молекул та іонів, але в процесах біологічного або фізико-хімічного очищення води або обробки первинних осадів утворюють тверду фазу.

Елементарний склад сухої речовини осадів коливається в широких межах. Для обґрунтування технології переробки та утилізації осадів необхідні відомості про різні властивості осадів.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Назвіть види осадів стічних вод.
2. Які виділяють класи токсичності осадів стічних вод за ступенем їх небезпеки?
3. Які виділяють класи осадів стічних вод за їх дією на навколишнє середовище?
4. Дайте характеристику якісних властивостей осадів стічних вод.
5. У якому стані знаходиться вода у складі осадів стічних вод?
6. Як хімічний склад осадів впливає на їх водовіддачу?
7. Як вміст вологи впливає на об'єм осадів?

8. Як розрахувати кількість забруднень, що знімають з грат?
9. Як розрахувати кількість осаду, затриманого в піскоуловлювачах?
10. Охарактеризуйте особливості складу та властивостей сирого осаду.
11. Які види осаду виділяють залежно від методів його обробки?
12. Що таке питомий опір осаду фільтрації?
13. Порівняйте осади з точки зору їх вологовіддачі.
14. Які параметри застосовують для описання властивостей осадів?

## **Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ПЕРЕРОБКИ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД**

Основне завдання обробки осадів стічних вод полягає в отриманні кінцевого продукту, властивості якого забезпечували б можливість його утилізації, або звели до мінімуму збиток, що наноситься навколишньому середовищу, і проводиться з метою зменшення об'єму осаду і його знезараження. Технологічні процеси обробки осадів стічних вод можна розділити на наступні основні стадії: ущільнення (згущення); стабілізація органічної частини; кондиціонування; зневоднення; термічна обробка; утилізація цінних продуктів; ліквідація осадів.

Вибір раціональної технологічної схеми обробки осадів є складною інженерно-економічною та екологічною задачею, правильне вирішення якої вимагає обов'язкового врахування продуктивності очисної станції, місцевих умов (кліматичних, гідрогеологічних, містобудівельних, агротехнічних, забезпеченості реагентами, паливом, технологічним транспортом тощо), виконання попередніх експериментальних досліджень здатності осадів до водовіддачі, їх фізико-хімічних, теплофізичних і агрономічних характеристик. Але в будь-якому випадку технологічна схема ґрунтується на комбінації різноманітних методів обробки осадів.

### ***Контрольні запитання:***

1. Яке основне завдання обробки осадів стічних вод?
2. Назвіть основні стадії обробки осадів стічних вод.
3. Опишіть послідовність технологічних операцій, застосовуваних для обробки осадів стічних вод?
4. Для чого здійснюють ущільнення осадів стічних вод?
5. Назвіть способи ущільнення осадів стічних вод.
6. Яка мета стабілізації осадів стічних вод?
7. Назвіть способи стабілізації осадів стічних вод.
8. Для чого проводять кондиціонування та зневоднення осадів стічних вод?
9. Опишіть принципову технологічну схему утворення та переробки осадів міських стічних вод.

## **Тема 3. УЩІЛЬНЕННЯ І ЗГУЩЕННЯ ОСАДІВ**

*Ущільнення* - найбільш поширений спосіб зменшення об'єму осаду. В процесі діяльності мікроорганізмів кількість активного мула безперервно збільшується, при цьому утворюється надлишковий активний мул, який відділяють від рециркуляційного (що направляють в аеротенки). Враховуючи

високу вологість надлишкового активного мула (до 99,2-99,7%), необхідно здійснювати його ущільнення.

Ущільнення – найбільш простий і дешевий метод зниження вологості та об'єму осадів, що підлягають подальшій обробці. Зазвичай ущільнюють надлишковий активний мул, в окремих випадках – суміш активного мула й сирого осаду, достатньо рідко – сирий осад. Ущільнювати можуть також анаеробно зброжені та аеробно стабілізовані осади. Використовують гравітаційні методи, флотаційне та сепараційне ущільнення осадів. Оскільки вологість ущільненого осаду різко зменшується, то об'єм споруд при подальшій його обробці також скорочується.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Для чого проводять ущільнення осадів стічних вод?
2. Які осади піддають ущільненню?
3. Охарактеризуйте гравітаційний метод ущільнення осадів?
4. Яку воду видаляють у процесі ущільнення активного мула?
5. Які чинники впливають на процес ущільнення осадів?
6. Які споруди застосовують для ущільнення осадів стічних вод?
7. Як можна інтенсифікувати роботу мулозгущувачів?
8. Як визначити об'єм ущільненого мула?
9. Охарактеризуйте флотаційний метод ущільнення осадів.
10. Назвіть переваги флотаційних мулозгущувачів.
11. Опишіть технологічну схему роботи флотаційної установки для ущільнення надлишкового активного мула.
12. Охарактеризуйте відцентрове ущільнення мулових суспензій.

#### **Тема 4. СТАБІЛІЗАЦІЯ ОСАДІВ**

Осади стічних вод схильні до процесів гниття, які супроводжують виділення смердючих запахів, утворення колоїдних і дрібнодисперсних частинок, погіршення водовіддачі. Тому осади піддають стабілізації – спеціальній обробці, яка змінює їх фізико-хімічні властивості та пригнічує життєдіяльність гнильних бактерій, чим запобігають загниванню осадів.

Стабілізацію органічної речовини осаду здійснюють за допомогою мікроорганізмів в анаеробних і аеробних умовах. Органічні речовини твердої фази осаду переводять в стабільні речовини: двоокис вуглецю, метан і воду.

Анаеробну стабілізацію або збродження здійснюють у септиках, двоярусних відстійниках або освітлювачах, метантенках.

Аеробну стабілізацію здійснюють в аераційних спорудах типу аеротенків; вона полягає в тривалому аеруванні осаду.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Для чого осади стічних вод піддають стабілізації?
2. В яких умовах та спорудах здійснюють стабілізацію осадів стічних вод?
3. Опишіть процес аеробної стабілізації осадів стічних вод.
4. Які споруди використовують для аеробної стабілізації осадів стічних вод?
5. Які чинники впливають на ефективність процесу аеробної стабілізації?
6. Яка тривалість процесу аеробної стабілізації осадів?



7. Опишіть схеми процесу аеробної стабілізації осадів.
8. Як аеробна стабілізація осадів впливає на вміст у їхньому складі патогенної мікрофлори?
9. Назвіть переваги та недоліки аеробних стабілізаторів.
10. Опишіть процес анаеробної стабілізації осадів стічних вод.
11. Назвіть стадії анаеробного метанового зброджування осадів.
12. Назвіть основні технологічні параметри, що визначають ефективність процесу анаеробного зброджування осадів.
13. Як хімічний склад осаду впливає на процес його зброджування?
14. Які є температурні режими життєдіяльності анаеробних мікроорганізмів?
15. Як визначають добову дозу завантаження осаду в камері зброджування?
16. Яке значення має перемішування вмісту камери зброджування?
17. Охарактеризуйте роботу септиків.
18. Охарактеризуйте роботу двоярусних відстійників.
19. Охарактеризуйте роботу освітлювачів-перегнивачів.
20. Охарактеризуйте роботу метантенків.
21. Які режими зброджування можуть бути в метантенках?
22. Яку форму резервуарів метантенків вважають якнайкращою?
23. Як здійснюють перемішування мула в метантенках?
24. Назвіть основні вимоги до реакторів зброджування осадів.
25. Опишіть схеми нагрівальних пристроїв вмісту метантенків.
26. Які заходи необхідно забезпечити для стабілізації процесів анаеробного зброджування осадів стічних вод та інтенсифікації роботи метантенків?
27. Як можна реалізувати аеробно-анаеробні та анаеробно-аеробні процеси стабілізації?
28. Опишіть схему аеробно-анаеробної стабілізації осаду.
29. Опишіть схему анаеробно-аеробної стабілізації осаду.

### **Тема 5. КОНДИЦІОНУВАННЯ ОСАДІВ**

Для поліпшення вологовіддачі осадів необхідно провести їх кондиціонування, тобто змінити структуру їх твердої фази перед зневодненням чи утилізацією. Зазвичай осади кондиціонують перед механічним зневодненням, а в окремих випадках – перед природнім.

Метод кондиціонування значною мірою визначає продуктивність апаратів для зневоднення осаду, забрудненість мулової води та кінцеву вологість зневодненого осаду.

Кондиціонування осаду може здійснюватись реагентними та безреагентними методами. При реагентному кондиціонуванні застосовують мінеральні коагулянти й органічні флокулянти. До реагентних відносять також метод зневоднення осаду за допомогою присаджувальних матеріалів (допоміжних речовин). Такий метод кондиціонування викликає укрупнення частинок осадів, що послаблює силу зчеплення води з твердими частинками. Зміна структури осадів приводить до кількісного перерозподілу форм зв'язку вологи із збільшенням вмісту вільної води за рахунок зменшення загальної кількості зв'язаної вологи, що дозволяє добиватися глибшого й швидшого їх

зневоднення. До безреагентних методів кондиціонування відносять промивання і ущільнення осадів; високотемпературну обробку, заморожування-танення; ультразвукову чи магнітну обробку осадів.

**Контрольні запитання:**

1. Для чого осади стічних вод піддають кондиціонуванню?
2. Назвіть методи кондиціонування осадів?
3. Які процеси лежать в основі реагентних методів кондиціонування осадів?
4. Чому зменшується питомий опір осадів фільтрації при їх промиванні?
5. Якою водою здійснюють промивання осадів?
6. Для яких осадів застосовують кондиціонування промиванням?
7. Які реагенти застосовують для кондиціонування осадів стічних вод?
8. Як флокулянти впливають на властивості осадів стічних вод?
9. Яке обладнання рекомендовано застосовувати для приготування розчинів флокулянтів?
10. Які технологічні схеми застосовують для приготування робочого розчину порошкоподібного флокулянта?
11. Опишіть схему установки одностадійного розчинення та дозування флокулянта.
12. Опишіть схему установки двостадійного розчинення та дозування флокулянта.
13. Опишіть схему установки приготування розчину флокулянта з використанням ФАБ-МІНІ.
14. Назвіть безреагентні методи кондиціонування осаду.

**Тема 6. МЕТОДИ ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДІВ**

Істотне зменшення об'єму осадів стічних вод здійснюють або в природних умовах (на мулових площадках, мулових ставках), або в штучних умовах (на фільтр-пресах, центрифугах та ін). Після зневоднення осади зменшуються в об'ємі в 7-15 разів, тобто мають вологість 55-80%.

Найбільш поширеним методом зневоднення осаду є сушка його на мулових площадках різних конструкцій. Застосовують мулові площадки на природній основі з дренажем і без дренажу, на штучній дренажній основі, на асфальтобетонній основі з дренажем, а також каскадні мулові площадки з відстоюванням і поверхневим видаленням мулової води, мулові площадки з гравієвими колодязями, площадки-ущільнювачі, площадки з механічним видаленням осаду або будь-якої іншої конструкції.

Зневоднення осадів стічних вод на мулових площадках для очисних споруд середньої і великої продуктивності часто виявляється неможливим через відсутність вільних земельних площ. Тому на таких станціях застосовують механічне зневоднення осадів на вакуум-фільтрах, фільтр-пресах, центрифугах або інших апаратах.

**Контрольні запитання:**

1. До яких значень знижують вологість осадів стічних вод при їх зневодненні?
2. Охарактеризуйте природне зневоднення осаду на мулових площадках.
3. Який механізм дії мулових площадок?

4. Від яких факторів залежить площа мулових площадок?
5. Як передбачають відведення мулової води з мулових площадок?
6. Назвіть апарати, вживані для механічного зневоднення осадів стічних вод.
7. Опишіть механізм зневоднення осаду на вакуум-фільтрах.
8. Як працює барабанний вакуум-фільтр?
9. Назвіть переваги барабанних вакуум-фільтрів з полотном, що сходить.
10. Опишіть механізм зневоднення осаду на фільтр-пресах.
11. Опишіть схему вузла вакуум-фільтрування осаду з реагентною підготовкою.
12. Опишіть технологічну схему фільтр-пресування осадів.
13. Опишіть механізм зневоднення осаду на центрифугах.
14. Які види осаду підлягають зневодненню методом центрифугування?
15. Опишіть схему роздільного центрифугування сирого осаду і активного мула.
16. Опишіть комбіновану схему центрифугування осадів стічних вод.
17. Порівняйте методи та апарати для механічного зневоднення осадів.

### **Тема 7. ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ОСАДІВ**

Осади міських стічних вод містять значну кількість мікроорганізмів (у тому числі і патогенних), вірусів, яєць гельмінтів, сальмонелл, і тому є небезпечними в санітарному та інфекційному відношенні. У зв'язку з цим осади повинні піддаватися знезараженню. Ступінь знезараження осадів контролюють за вмістом в них яєць гельмінтів, патогенних і умовно-патогенних бактерій, сальмонелл, ентеробактерій і кишкової палички. При необхідності визначають вміст в осадах збудників різних захворювань.

При використанні осадів як добрива в них не повинно бути сальмонелл і життєздатних яєць гельмінтів, число кишкових паличок не повинно перевищувати 10<sup>4</sup>, а ентерококів – 10<sup>3</sup> кл/л.

Осади можуть знезаражувати в рідкому вигляді, після підсушування на мулових площадках і після механічного зневоднення.

Для знезараження і знешкодження осадів можуть використовувати термічні (прогрівання, сушка, спалювання), біотермічні (компостування), хімічні (обробка хімічними речовинами) і біологічні (знищення мікроорганізмів простішими, грибками й рослинами ґрунту) методи, а також різноманітні види фізичної дії: радіація, струм високої частоти, ультразвук, ультрафіолетове опромінювання. У наш час на практиці використовують в основному термічні, біохімічні й хімічні методи знезараження осадів.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Чому треба проводити знезараження осадів стічних вод?
2. Назвіть методи знезараження осадів?
3. Які осади піддають знезараженню?
4. Опишіть знезараження рідких осадів нагріванням.
5. Як здійснюють хімічне знезараження осадів?
6. У чому полягає радіаційний спосіб знезараження осаду?

7. Як здійснюють дегельмінтизацію осадів?
8. Опишіть схему установки для дегельмінтизації осадів?
9. Охарактеризуйте біотермічну обробку (компостування) осадів стічних вод.

### **Тема 8. ТЕРМІЧНА СУШКА ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД**

Термічна сушка призначена для знезараження і зменшення маси осадів стічних вод, попередньо зневоднених на вакуум-фільтрах, центрифугах або фільтр-пресах. Цей прийом спрощує завдання видалення осадів з територій очисних станцій і їх подальшої утилізації.

Осад після термічної сушки не загниває, вільний від гельмінтів і патогенних мікроорганізмів, є зовні сухим (вологістю 10-50%) сипким матеріалом.

Підвищений вміст сухих речовин та істотне скорочення об'єму осаду при термічній сушці супроводжується високим ступенем стабілізації отримуваної маси за рахунок блокування діяльності мікроорганізмів, що викликають процеси загнивання. Завдяки оптимальному підбору часу перебування осадів в апараті та підтримуваній в ньому температури вдається забезпечити повне розкладання патогенних мікроорганізмів, що дає можливість безперешкодного використання висушеного осаду в сільському господарстві. Висушений осад може бути отриманий у зручній для користувача формі: у вигляді порошку, гранул різних розмірів і форм, окатишей і навіть цегли. При цьому можливість зміни форми висушеного осаду забезпечує різні напрями його утилізації.

При проектуванні установок термічної сушки осадів слід особливу увагу звертати на ризики, пов'язані з високою в'язкістю оброблюваного осаду на проміжних стадіях процесу сушки і появою дрібних органічних частинок в теплому повітряному середовищі.

Вживані апарати розрізняють головним чином за способом передачі тепла – пряме або непряме нагрівання. Застосовують різні способи термічної сушки: конвективний, радіаційно-конвективний, кондуктивний, сублімація в електромагнітному полі.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Для чого проводять термічну обробку осадів стічних вод?
2. Які є способи термічної сушки осадів?
3. Які застосовують сушарки конвективного типу?
4. Опишіть принцип діє барабанної сушарки.
5. Яка попередня обробка осаду необхідна перед його завантаженням в барабанну сушарку?
6. Як працює стрічкова сушарка?
7. В чому полягає суть методу сушки осадів в зустрічних струменях?
8. Охарактеризуйте схему установки для сушки осаду в сушарці з фонтануючим шаром.
9. При яких умовах рекомендують застосовувати вакуумні сушарки?
10. Дайте оцінку методів термічної сушки осадів стічних вод.

## Тема 9. ЛІКВІДАЦІЯ ОСАДІВ

Ліквідацію осадів стічних вод застосовують в тих випадках, коли утилізація є неможливою або економічно недоцільною. Вибір методу ліквідації осадів визначається їх складом, а також розміщенням і плануванням очисної станції або промислового підприємства.

Спалювання – один з найбільш поширених методів ліквідації осадів стічних вод, який є найбільш ефективним засобом, що забезпечує максимальне зменшення об'єму осаду і його знезараження. Спалювання осаду стічних вод дозволяє повністю ліквідувати органічну частину осаду; неорганічна частина, що залишилася після спалювання, має мінімальний об'єм, повністю стерилізується.

До тимчасових заходів щодо ліквідації осадів відносять скидання рідких осадів в накопичувачі та закачування осадів в земляні порожнечі.

Майже у всіх процесах очищення стічних вод (механічному, фізико-хімічному, хімічному) отримують тверді мінералізовані осади – шлами. Щоб запобігти при їх депонуванні зараженню підземних вод і поверхневих водних джерел, застосовують накопичувачі. В них використовують протифільтраційні пристрої, що забезпечують надійну роботу споруд і виключають витік стічної рідини. Вид накопичувача визначає характер стічних вод або твердих відходів.

### ***Контрольні запитання:***

1. Коли застосовують ліквідацію осадів стічних вод?
2. Охарактеризуйте метод ліквідації осадів спалюванням?
3. Назвіть можливості термічної переробки (спалювання) осаду.
4. Опишіть технологічну схему сушки осаду на Південно-західній станції аерації Чикаго.
5. Опишіть схему сушки осаду в розпилюючих сушарках з киплячим шаром.
6. Опишіть схему сушки осаду в багаточеревих печах.
7. Опишіть схему установки для спалювання осадів стічних вод і твердих відходів.
8. Опишіть технологічну схему заводу зі спалення осаду стічних вод ПЗОС.
9. Яка може бути екологічна ефективність при спалюванні осаду стічних вод порівняно з іншими методами обробки осаду?
10. Охарактеризуйте метод ліквідації осадів скиданням рідких осадів в накопичувачі та закачуванням осадів в земляні порожнечі.
11. Які застосовують накопичувачі для осадів стічних вод?

## Тема 10. ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОБРОБКИ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Будь-яка технологічна схема обробки осадів повинна відповідати наступним вимогам:

- можливість використання або ліквідації осаду;
- доцільність використання побічних продуктів (газу, тепла);
- економія площ, займаних очисними спорудами.

Ту або іншу схему застосовують в певному обмеженому діапазоні продуктивності споруд для обробки осаду.

### ***Контрольні запитання:***

1. Яким вимогам повинна відповідати будь-яка технологічна схема обробки осадів?
2. Опишіть комплексну схему центрифугування і аеробної мінералізації активного мула і суміші фугатів.
3. Дайте характеристику комплексній схемі анаеробного зброджування.
4. Як працює схема вакуум-фільтрації і термічної сушки осадів.
5. Охарактеризуйте комплексну схему аеробної мінералізації, теплової обробки і фільтр-пресування осадів.
6. Які апарати застосовують в схемі роздільного центрифугування сирого осаду і активного мула?
7. Опишіть комбіновану схему центрифугування осадів стічних вод.
8. Як реалізують реагентну підготовку в при вакуум-фільтруванні осаду?
9. Як працює технологічна схема фільтр-пресування осадів?
10. За рахунок яких процесів можна перевести органічну складову осадів в нетоксичні сполуки, розчинні у воді, а важкі метали неорганічної складової осадів - в нерозчинні у воді сполуки?
11. Дайте характеристику технологічній схемі обробки осадів, яка включає згущення, механічне зневоднення і низькотемпературну сушку.
12. Охарактеризуйте процеси комплексної термічної переробки мулових осадів і госпобутових стоків з отриманням енергетичних продуктів, органомінеральних добрив і ґрунту.
13. Для чого проводять вилуговування важких металів з осадів стічних вод?
14. Які процеси реалізують в технологічній схемі реагентно-біологічного вилуговування важких металів з осадів міських стічних вод?

### **Тема 11. НАПРЯМИ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ТА БІОГАЗУ**

Осади стічних вод (ОСВ) є цінним матеріальним і енергетичним ресурсом - вони можуть використовуватися як органомінеральні добрива або спалюватися з отриманням тепла. Альтернативними способами утилізації ОСВ є виробництво різних будівельних матеріалів на основі золи й шлаку від спалювання ОСВ, отримання теплової енергії при спалюванні висушених осадів (окремо або спільно з твердими побутовими відходами), використання осадів у складі сорбентів, вживаних для очищення газів каналізаційних колекторів, рекультивация ґрунтів, кар'єрів і закритих звалищ шляхом засипки висушеними осадами і тому подібне.

В процесі очищення стічних вод єдиними спорудами з позитивним енергетичним балансом є метантенки, в яких в результаті анаеробного зброджування осадів, отриманих при очищенні стічних вод, утворюється біогаз.

Анаеробне зброджування осадів стічних вод з подальшим використанням утвореного біогазу як енергетичного палива дозволять вирішити ряд важливих завдань як екологічного, так і енергетичного характеру:

- отримання стабілізованих незагниваючих осадів;
- використання біогазу для вироблення електричної і теплової енергії;

- зниження забруднення атмосфери метаном і ліквідація неприємних запахів, що виділяються при перегниванні осадових вод, тобто запобігання забрудненню атмосфери газами бродіння, а енергія, що виробляється, дозволить замінити від 50 до 100% споживаної енергії каналізаційними очисними спорудами.

### **Контрольні запитання:**

1. Назвіть основні напрями утилізації осадових вод.
2. Як можна використовувати оброблені осади стічних вод у сільському господарстві?
3. Які цінні продукти можна регенерувати з оброблених осадових вод?
4. Які є технології використання перероблених осадових вод при виробництві будівельних матеріалів?
5. Опишіть схему виробництва біоцементу.
6. Як пропонують реалізовувати виробництво адсорбентів з осадових муніципальних стічних вод?
7. Охарактеризуйте схему отримання активованого вугілля з активного мулу методом піролізу.
8. Дайте характеристику фізичним властивостям та складу біогазу, утворюваному при анаеробному зброженні осадових вод.
9. Які основні напрями утилізації біогазу?
10. Які необхідні пристрої повинна мати біогазова установка для нормального функціонування?
11. Що таке «біоенергетика»?
12. Які основні будівлі та споруди повинні входити до складу систем використання біогазу в котельнях?
13. Які основні будівлі та споруди повинні входити до складу систем утилізації біогазу в газових двигунах внутрішнього згорання з електрогенераторами (двигун-генераторах)?
14. Опишіть схему з підготовки біогазу для заправки балонів.
15. Від чого залежить теплотворна здатність і кількість біогазу?
16. Які завдання дозволяє вирішити використання біогазу?

## **Тема 12. ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ОСАДІВ ОЧИСНИХ ВОДОПРОВІДНИХ СТАНЦІЙ**

Технологічними схемами роботи очисних споруд водопровідних станцій передбачена витрата води на власні потреби в кількості від 10 до 14% добової продуктивності станції. Ця кількість у вигляді промивних вод фільтрів або контактних освітлювачів (до 90% води, використаної на власні потреби станцій), а також осади, утворювані при очищенні води, скидають у водойми, що завдає відчутної шкоди навколишньому середовищу. Крім того, цінні компоненти, що викидають з осадом, могли б використовуватися в народному господарстві, оскільки вони містять велику кількість органіки й елементів мінерального походження.

Безстічною називають таку схему водоочистки, при якій об'єм стоків або «хвостів», що скидають з основної технологічної схеми, зведений до нуля, або до таких величин, облік яких не проводять зважаючи на їх незначність.

За цією схемою промивні води фільтрів через піскоуловлювачі, резервуари-накопичувачі повертають в голову очисних споруд, а осад ущільнюють, обробляють флокулянтном і зневоднюють на фільтр-пресах. Фільтрат, що утворився в результаті зневоднення осадів, спрямовують до резервуара-накопичувача і спільно з промивними водами фільтрів подають також в голову очисних споруд. Зневоднений осад (кек) можна використовувати як компонент сировинної суміші для виробництва червоної цеглини замість глини або як добрива в лісових розплідниках і лісопосадках з метою підвищення родючості ґрунту. Таким чином, скидання у водоймища не проводять, що сприяє охороні навколишнього середовища.

#### ***Контрольні запитання:***

1. Яку схему водоочистки називають безстічною?
2. Опишіть принципову безстічну схему водоочистки.
3. Які переваги має оборот промивних стоків?
4. Дайте класифікацію джерел водопостачання за характером осадоутворення.
5. Охарактеризуйте осади за характерними групами вододжерел України.
6. Опишіть методи обробки та мехзневоднення осадів 1 групи.
7. Опишіть методи обробки та мехзневоднення осадів 2 групи.
8. Опишіть методи обробки та мехзневоднення осадів 3 групи.
9. Опишіть методи обробки та мехзневоднення осадів 4 групи.
10. Які можуть бути застосовані методи утилізації осадів технологічних схем водоочистки?

### **РЕКОМЕНДОВАНИЙ СПИСОК ДЖЕРЕЛ**

1. Аграноник Р.Я. Технология обработки осадков сточных вод с применением центрифуг и ленточных фильтр-прессов / Р.Я.Аграноник. – М.: Стройиздат, 1985. – 145 с.
2. Алексеев В.И. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий / В.И.Алексеев, Т.Е.Винокурова, Е.А. Пугачев. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 176 с.
3. Герасимов Г.Н. Обработка осадков сточных вод / Г.Н.Герасимов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. - № 12. – С. 67 – 71.
4. Гольдфарб Л.Л. Опыт утилизации осадков городских сточных вод в качестве удобрения / Л.Л.Гольдфарб, И.С.Туровский, С.А.Беляева. – М.: Стройиздат, 1983. - 59 с.
5. Гюнтер Л.И. Метантенки / Л.И.Гюнтер, Л.Л.Гольдфарб. – М.: Стройиздат, 1991. – 128 с.



6. Долина Л.Ф. Проектирование станций очистки сточных вод населенного пункта / Л.Ф.Долина. – Днепропетровск: ДИИТ, 2002. – 144 с.
7. Дрозд Г.Я. Вовлечение депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот – эффективный способ повышения качества окружающей среды / Г.Я.Дрозд // Вестник ДНАСА: сб. научн. работ. – Макеевка: Изд. ДНАСА, 2010. – Вып. 2010-3(83). – С. 227 – 235.
8. Дрозд Г.Я. Технично-екологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод / Г.Я.Дрозд, Н.И.Зотов, В.Н.Маслак. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с.
9. Епоян С.М. Водовідведення і очищення стічних вод міста: навч. посібник / С.М.Епоян, Г.М.Смірнова, І.В.Корінько, С.П.Пашкова. – Харків: Видавнича група «РА Каравела», 2003. – 144 с.
10. Кармазинов Ф.В. Сжигание осадков сточных вод – решение проблемы их утилизации / Ф.В.Кармазинов, Б.В.Васильев, Ж.Л.Григорьева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. - № 9. – С. 19 – 25.
11. Использование нового метода обезвоживания осадков сточных вод / Ю.М.Мешенгиссер, Ю.В.Колесник, Д.Б.Зинченко и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. - № 4. – С. 55 – 59.
12. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: навч. посібник / В.А.Ковальчук. – Рівне: ВАТ „Рівненська друкарня”, 2003. – 622 с.
13. Козловская С.Б. Комплекс сооружений по получению и утилизации биогаза на очистных сооружениях канализации / С.Б.Козловская // Сб. докладов международного конгресса «Экология, технология, экономика, водоснабжение, канализация». – Ялта, 1999. – С. 106 – 107.
14. Козловська С.Б. Обладнання анаеробного зброджування осадів стічних вод з метою отримання та утилізації біогазу на комунальних очисних спорудах водовідведення / С.Б.Козловська, К.Б.Сорокіна // Коммунальное хозяйство городов. Науч.-тех. сб. – К.: Техника, 2010. – Вып. 93. – С. 206 – 215.
15. Козловская С.Б. Энергосберегающая технология утилизации биогаза метантенков на городских очистных сооружениях канализации / С.Б.Козловская, Е.Б.Сорокина // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. – Одесса: ОДАБА, 2005. – Вып. 19. – С.14 – 18.
16. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація / В.С.Кравченко. – К.: Кондор, 2003. – 288 с.
17. Кульский Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А.Кульский, П.П.Строкач. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.
18. Ласков Ю.М. Примеры расчёта канализационных сооружений / Ю.М.Ласков, Ю.В.Воронов, В.И.Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. - 255 с.
19. Лебухов В.И. Утилизация осадка очистных сооружений водоснабжения / В.И.Лебухов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. - № 1. – С. 28 – 31.

20. Любарский В.М. Осадки природных вод и методы их обработки / В.М.Любарский. – М.: Стройиздат, 1980. – 128 с.
21. Мамонтов Ю.Б. Интенсификация работы иловых площадок / Ю.Б.Мамонтов, А.В.Кравченко // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. - № 8. – С. 30 – 32.
22. Монгайт Л.И. Тепловая обработка осадков сточных вод / Л.И.Монгайт. – М.: Стройиздат, 1981. – 90 с.
23. Низкотемпературная сушка и возможности дальнейшего использования осадка сточных вод / М.Томала, И.Нойберт, И.М.Панова и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. - №3, ч. 2. – С. 29 – 33.
24. Обезвоживание осадков сточных вод на очистных сооружениях Санкт-Петербурга / А.К.Кинебас, Б.В.Васильев, Ж.Л.Григорьева и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. - № 9. – С. 54 – 59.
25. Обработка и удаление осадков сточных вод. В 2-х т. – М.: Стройиздат, 1985. – 237 с., 248 с.
26. Обработка осадков природных и сточных вод: Сб. научных трудов. – М.: Изд-во ОНТИ АКХ, 1986. – 88 с.
27. Обработка осадков станций водоподготовки / С.В.Храменков, А.Н.Пахомов, Д.А.Данилович и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. - № 10. – С. 67 – 76.
28. Осадки водопроводных станций: извлечение и утилизация / Л.Я.Шевченко, Г.Я.Дрозд, Н.И.Зотов, В.Н.Маслак; за ред. Л.Я.Шевченко. – Луганск: Изд-во Луганского аграрного университета, 2004. – 220 с.
29. Перспективные технологии в области обработки осадков сточных вод / Д.А.Данилович, М.Н.Козлов, В.Е.Аджиенко и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. - № 1. – С. 12 – 14.
30. Рекомендации для проектирования бессточных систем водопроводных очистных сооружений по характерным группам водоисточников Украинской ССР – РД 204 УССР 216-85. – Харьков, 1985. – 52 с.
31. Терещук А.И. Исследование и переработка осадков сточных вод / А.И.Терещук. – Львов: Вища школа, 1988. – 146 с.
32. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С.Туровский. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.
33. Управление осадками сточных вод – важнейшая экологическая проблема // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. - № 1. – С. 5 – 9.
34. Эпоян С.М. Методы интенсификации обезвоживания осадков городских сточных вод / С.М.Эпоян, Г.С.Пантелят // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 9. – С. 22 – 23.
35. Эпоян С.М. Основные направления развития илового хозяйства на КБО «Безлюдовский» г. Харькова / С.М.Эпоян, Е.Б.Клейн, В.В.Булгаков, О.В.Степанов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ

АБУ, 2005. – Вып 34. - с. 183 – 187.

36. Эпоян С.М. Совершенствование реагентной обработки осадков городских сточных вод / С.М.Эпоян, Е.Н.Орлова // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – Вып 55. - с. 314 – 316.
37. Эпоян С.М. Современное оборудование для обезвоживания осадков городских сточных вод / С.М.Эпоян, Г.С.Пантелят, О.В.Степанов, Ю.И.Штонда // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2005. – Вып 35. - с. 213 – 216.
38. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / С.В.Яковлев, Ю.В.Воронов. - М.: АСВ, 2004. – 704 с.
39. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика / Н.И.Лихачев, И.И.Ларин, С.А.Хаскин и др.; под общ. Ред В.Н.Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
40. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП, 1986. – 72 с.
41. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. – М: Стройиздат, 1990. - 144 с.
42. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / Под ред. В.Д.Дмитриева, Б.Г.Мишукова. – Л.: Стройиздат, 1988. – 383 с.
43. Группа компаний "Экополимер" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecopolymer.com/>
44. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vstmag.ru/>
45. Компания «ЭКОТОН» – оборудование и технологии для очистки сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekoton.com/>
46. Научно-инженерный центр «Потенциал-4» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://potential4.com.ua/>
47. Независимый научно-технический портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntpo.com/>
48. Новосибирское научно-производственное экологическое объединение «НЕРОАЭРА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neroaera.com/>
49. ОАО «НИИ ВОДГЕО» ГНЦ РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.watergeo.ru/>
50. Системы канализации Топас (Topas) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.topas-eko.ru/>
51. Экология окружающей среды стран СНГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecologylife.ru/>

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до самостійної роботи з дисципліни  
**«ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ»**

(для студентів 5 курсу денної та заочної форм навчання спеціальностей 7.06010302 «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» та 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення»)

Укладач: СОРОКІНА Катерина Борисівна

Відповідальний за випуск *Г.І. Благодарна*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. Б. Сорокіна*

План 2012, поз. 117М

---

Підп. до друку 29.05.2012  
Друк на ризографі.  
Зам. №

Формат 60x84 1/16  
Ум. друк. арк. 1,0  
Тираж 30 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №4064 від 12.05.2011