МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Г.І. Благодарна, Т.С. Айрапетян, Ю.В. Ярошенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійного вивчення, практичних занять і контрольної роботи з навчальної дисципліни

"ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ВК СИСТЕМ"

(*для студентів 5 курсу всіх форм навчання напряму 0926 "Водні ресурси" спеціальності 7.092601 "Водопостачання та водовідведення"*)

Харків ХНАГХ 2009

Методичні вказівки для самостійного вивчення, практичних занять і контрольної роботи з навчальної дисципліни ″Експлуатація очисних споруд ВК систем″ (для студентів 5 курсу всіх форм навчання напряму 0926 ″Водні ресурси″ спеціальності 7.092601 ″Водопостачання та водовідведення″) / Укл.: Благодарна Г.І., Айрапетян Т.С., Ярошенко Ю.В.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва – Х.: ХНАМГ, 2009. – 34 с.

Укладачі: Г.І. Благодарна,
Т.С. Айрапетян,
Ю.В. Ярошенко

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Сорокіна К.Б.

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол №1 від 2.09.2008 р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ..... 4

1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ..... 5

ЗМ 1.1. ЗАДАЧІ ТА ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ…… 5

Запитання для самоперевірки…….... 5

ЗМ 1.2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПРОВОДУ…… 6

Запитання для самоперевірки……... 6

ЗМ 1.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД…… 8

Запитання для самоперевірки…….. 8

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ І КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ…….. 11

ЗМ 1.2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПРОВОДУ…….... 11

ЗАНЯТТЯ 1. Реагентне господарство. Визначення необхідних доз реагентів, розмірів устаткування…… 11

Приклади розв′язання задач до І заняття……..... 13

Задачі для контрольної роботи……..... 17

ЗМ 1.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД……... 20

ЗАНЯТТЯ 2. Експлуатація споруд механічної очистки стічних вод 20

Приклади розв′язання задач до 2 заняття…… 23

Задачі для контрольної роботи…….. 25

ЗАНЯТТЯ 3. Експлуатація споруд біологічної очистки стічних вод і споруд зі зневоднення та сушки осадів. 26

Приклади розв′язання задач до 3 заняття…….. 31

Задачі для контрольної роботи…….. 32

Список літератури…… 33

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна ″Експлуатація очисних споруд ВК систем″ є однією з профілюючих дисциплін спеціальності 7.092601 ″Водопостачання та водовідведення″ за напрямом підготовки 0926 ″Водні ресурси″.

Комплексний характер цієї дисципліни обумовлюється наявністю у водопровідних і водовідвідних системах різних споруд, що забезпечують добування води з джерела, очистку до потрібної якості та подачу її споживачу, а також відведення її та очищення.

Система водопостачання і каналізації міст являє собою складний комплекс споруд і устроїв, експлуатація яких потребує систематичного проведення технічних, економічних і організаційних засобів. Від правильного вирішення задач, що повязані з їх проведенням, залежить не тільки благоустрій міст, але і нормальне життя населення і робота промислових підприємств. Навіть ідеально запроектована, побудована і відлагоджена система водопостачання та каналізації з часом перестає забезпечувати постійно зростаючі потреби споживачів. Тому виникає необхідність в інтенсифікації роботи систем, яку на етапі експлуатації можна здійснити шляхом вишукування та використання внутрішніх ресурсів без додаткових капітальних вкладень, а також у результаті реконструювання системи на підставі її розрахунків з урахуванням фактичних характеристик споруд і прогнозування змін їх у часі.

У методичних вказівках для самостійного вивчення, практичних занять і контрольної роботи з навчальної дисципліни ″Експлуатація очисних споруд ВК систем″ наведено задачі, в яких визначаються витрати реагентів на очищення води для різної якості питної та стічної води, потребу в біогенних добавках і витрати стічних вод, що поступають на очисні споруди.

При вирішенні задач, що наведені в даних методичних вказівках, необхідно користуватися відповідними нормами проектування, що вказані в них. Задачі можуть бути використані при виконанні курсового, дипломного проектування та контрольних робіт.

1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ЗМ 1.1. ЗАДАЧІ ТА ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Робоча програма

Технічна, господарська характеристика водопровідно-каналізаційного господарства населених міст України та організація експлуатації водопровідно-каналізаційного господарства. Експлуатація території зон санітарної охорони джерел водопостачання споруд. Основні задачі диспетчеризації, структура диспетчерської служби, лабораторія автоматики та контролю. Відповідальність посадових осіб за стан охорони праці і безпеки експлуатації та безпека при експлуатації очисних водопровідних і каналізаційних споруд.

Методичні вказівки

Надійність роботи систем водопостачання та водовідведення забезпечується нормальною їх експлуатацією. В зв'язку з цим необхідно звернути увагу на їх технічну та господарську характеристику й організацію виробничих управлінь. Вивчити характеристику водоймища, куди планують скид забруднених стоків.

Диспетчерську службу створюють залежно від розташування споруд, відстані між ними, важливості кожної споруди окремо. В зв'язку з цим види диспетчерської служби можуть бути різними. Диспетчерська служба має важливе значення для забезпечення надійності роботи всіх споруд систем водопостачання та каналізації. При організації диспетчерської служби потрібно крім літературних джерел керуватися директивними вказівками Міністерства житлово-комунального господарства України (МЖКГ) і БНіПами.

Запитання для самоперевірки

1. Які задачі експлуатації систем водопостачання та водовідведення?
2. Які питання повинні бути освітлені в технічній і господарській характеристиці водопровідно-каналізаційного господарства?
3. Які вимоги пред'являють до будівель і споруд?
4. Від чого залежить форма організації водопровідно-каналізаційного господарства?

5. Які служби входять до складу виробничих управлінь водопровідно-каналізаційного господарства?
6. Права та підпорядкованість управлінь.
7. Правила вводу до експлуатації нових споруд і тих, що реконструюють.
8. Яку документацію розробляють у період пуско-налагоджувальних робіт?
9. Права та обов'язки адміністрації.
10. Які спеціальні правила повинні знати робітники експлуатації та порядок затвердження їх на посаді.
11. Задачі та структура диспетчерської служби. Групи служб.
12. Види диспетчерської служби. Від чого залежить схема диспетчеризації.
13. Підпорядкованість, права та обов'язки диспетчера.
14. Оснащеність диспетчерської служби.
15. Які види робіт виконує центральна диспетчерська служба?
16. Організація експлуатації систем водопостачання та водовідведення.
17. Задачі та структура диспетчерської служби.
18. Які види робіт виконує лабораторія автоматики та контролю?
19. Види зв'язку.
20. Для чого потрібен постійний нагляд за джерелами води? Що підлягає стеженню та контролю?
21. Як здійснють контроль якості води?
22. Планово-попереджувальний і санітарний ремонти систем водопостачання та водовідведення.

ЗМ 1.2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПРОВОДУ

Робоча програма

Випробування, приймання до експлуатації споруд та організація експлуатації очисних станцій водопроводу. Загальні положення з обслуговування очисних станцій. Очисні споруди водопроводу. Виробничий контроль за роботою очисних споруд водопроводу та підвищення їх ефективності.

Методичні вказівки

Організація експлуатації систем водопостачання. Експлуатація очисних споруд систем водопроводу, підготовка обслуговуючого персоналу. Експлуатація окремих елементів споруд водопроводу.

Вивчення експлуатації очисних споруд можливе після засвоєння курсу проектування, розрахунків і конструювання споруд. Треба твердо засвоїти технологічні процеси в спорудах і взаємозв′язок між ними, а також споруди для реагентного господарства.

Запитання для самоперевірки

1. Випробування споруд і з якою метою їх здійснюють?
2. При яких умовах і ким споруди можуть бути предявлені до сдачі в експлуатацію та кому?
3. Які види робіт виконують у підготовчий період пуско-налагоджуваних робіт?
4. Що входить до складу робіт з обслуговування очисних споруд?
5. Які роботи виконують у процесі експлуатації споруд?
6. Види звітності на очисній станції.
7. На основі чого і ким встановлють методи обробки води?
8. Які основні вимоги предявляють до завантажувально-розвантажувальних робіт, перевезенню та зберіганню реагентів?
9. Вимоги до зберігання рідких і газоподібних реагентів. Вимоги до складів.
10. Правила перевезення хлору.
11. Способи обліку витрати реагентів і контроль концентрації розчину реагента.
12. За якими основними показниками необхідно слідкувати в процесі експлуатації змішувачів, камер пластівцеутворення, відстійників, які заходи застосовують у випадку порушення нормальної роботи споруд?
13. У чому сутність експлуатації освітлювачів з завислим шаром і як здійснюють контроль за їх нормальною роботою?
14. Як робити очистку й обмив внутрішніх поверхонь освітлювачів, камер пластівцеутворення та відстійників після їх очистки?
15. Планово-попереджувальний огляд і планово-попереджувальний ремонт фільтрів.
16. Як запустити фільтр у роботу?
17. У чому суть експлуатації фільтрів з двошаровим завантаженням, фільтруючі матеріали та вимоги до них?
18. Яка різниця в експлуатації швидких і повільних фільтрів? Які спостереження ведуть за роботою фільтрів і які заходи застосовують для нормальної роботи фільтрів?
19. У чому полягає суть експлуатації установок зі знезараження води хлором?
20. Які заходи застосовують при витоку газоподібного хлору з бочок і балонів?
21. Накреслити схему знезараження води озоном та пояснити сутність експлуатації озонаторної установки.
22. У чому полягає суть експлуатації установок зі знезараження води ультрафіолетовими променями?
23. Які реагенти застосовують для стабілізації води і як здійснюють контроль за стабільністю води?
24. Які вимоги до складів фторвмісних реагентів і фтораторних?
25. Яким чином і на яких спорудах здійснюють знефторювання води?
26. Яким чином досягається знекремнювання води?
27. Яким чином здійснюється контроль за підготовкою води на спорудах?
28. Загальні положення експлуатації водопроводу.
29. Експлуатація реагентного господарства.
30. Експлуатація змішувачів очисних споруд водопроводу.

31. Експлуатація камер пластівцеутворювання.
32. Особливості експлуатації споруд для відстоювання води.
33. Експлуатація фільтрів і контактних освітлювачів очисних споруд водопроводу.
34. Експлуатація установок для знезаражування води.
35. У чому полягає виробничий контроль очисних споруд водопроводу?
36. Умови роботи очисних споруд систем водопостачання.

ЗМ 1.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД

Робоча програма

Загальні питання організації експлуатації. Організація експлуатації, підготовка обслуговуючого персоналу. Планово-попереджувальний і капітальний ремонти. Очисні споруди міської каналізації. Умови роботи очисних споруд міської каналізації. Організація хіміко-технологічного контролю за роботою очисної станції. Експлуатація споруд механічної очистки стічних вод. Грати. Піскоуловлювачі. Первинні відстійники. Експлуатація споруд біологічної очистки стічних вод. Споруди біологічної очистки стічних вод у природних умовах. Споруди біологічної очистки стічних вод у штучних умовах. Експлуатація споруд знешкодження, зневоднення та сушки осадів. Споруди для знешкодження осаду. Експлуатація споруд із зневоднення та сушки осадів.

Методичні вказівки

Вивчення експлуатації очисних споруд каналізації можливе після засвоєння матеріалу курсу з технології очистки стоків, проектування, розрахунків і конструювання споруд. Необхідно знати основи хімії і мікробіології води, чітко орієнтуватися в послідовності розташування споруд у залежності від прийнятої схеми очистки, освоїти технологічні процеси у спорудах і взаємозв'язок між ними.

Запитання для самоперевірки

1. Що розуміють під нормальними умовами роботи очисних споруд каналізації?
2. Що може порушити нормальну роботу очисної станції каналізації?
3. За рахунок чого забезпечуються нормальні умови роботи очисних споруд каналізації?
4. Хто і якими способами здійснює контроль за роботою очисної станції каналізації?
5. Що підлягає обовязковому контролю і яким чином здійснюють контроль?

6. Основні правила експлуатації грат і які вимоги пред'являють до експлуатаційного персоналу.
7. Як досягається нормальна експлуатація піскоуловлювачів, причини порушення нормальної роботи і способи їх усунення?
8. Які вимоги пред'являють до експлуатації первинних відстстійників?
9. Як видаляють осад із відстійників, які можуть бути неполадки, усунення неполадок?
10. Як здійснюють облік кількості осаду і на підставі чого оцінюється ефективність роботи первинних відстійників?
11. У чому суть експлуатації освітлювачів?
12. На основі яких даних здійснюється експлуатація преаераторів і біокоагуляторів і в чому суть їх експлуатації?
13. Перерахуйте види (найменування) робіт, що виконують для нормальної експлуатації освітлювачів-перегнивачів.
14. Що видаляють із освітлювача, куди направляють зброджений осад, як оцінюють ефективність роботи освітлювача-перегнівача?
15. Які причини можуть порушити нормальну експлуатацію освітлювачів-перегнівачів і способи їх усунення?
16. Як здійснюють пуск у роботу двоповерхового відстійника в експлуатацію?
17. Назвіть можливі порушення роботи двоповерхових відстійників і способи їх усунення?
18. Як здійснюють контроль за ступенем освітлення рідини в жолобах двоповерхового відстійника?
19. Назвіть послідовність пуску метантенка?
20. За рахунок чого забезпечується нормальний процес бродіння та як здійснюють технологічний контроль?
21. Як здійснюють контроль за тиском і виходом газу із метантенка?
22. Назвіть причини порушення нормальної роботи метантенків і процесу бродіння осаду.
23. Обов'язки операторів, які обслуговують метантенки і техніка безпеки.
24. Назвіть види робіт при експлуатації мулових майданчиків.
25. Характеристика роботи споруд для біологічної роботи очистки стічних вод у природних умовах.
26. Які роботи виконують для нормальної експлуатації біофільтрів?
27. Перерахуйте види контролю при експлуатації аерофільтрів?
28. Назвіть вимоги що до біофільтрів з пласмасовим завантаженням.
29. Перелічіть види робіт, які виконують при експлуатації вторинних відстійників, що встановлюються після біофільтрів?
30. Перерахуйте види робіт, що виконують при експлуатації аеротенків, можливі неполадки і способи їх усунення.
31. Контроль за роботою аеротенка і визначення його ефективності.
32. Наведіть вимоги з експлуатації вторинних відстійників після аеротенків. На основі чого оцінюється ефективність їх роботи.
33. Які роботи необхідно виконувати при експлуатації полей зрошення, последовність пуску в роботу полей зрошення і контроль нормального ходу

процесу.

34. Які роботи необхідно виконувати для нормальної експлуатації полей фільтрації? Перелічіть роботи, що виконують для літньої експлуатації полей фільтрації і види робіт перед наставанням зими.
35. Як визначають ефективність роботи полей фільтрації?
36. Перерахуйте види робіт при експлуатації біологічних ставків. Наведіть обовязки експлуатаційного персоналу.
37. Які роботи необхідно виконати в пусковий період вакуум-фільтрів у період експлуатації і які обовязки експлуатацайного персоналу?
38. Наведіть последовність пуску і зупинки вакуум-фільтра.
39. Експлуатація споруд для зневоднення осаду на центрифугах.
40. У чому полягає експлуатація споруд для термічної сушки осадів.
41. Наведіть обовязки персоналу, що обслуговує очисну станцію каналізації.
42. Наведіть обовязки керуючого технічного персоналу.
43. Якими показниками характеризується робота очисних споруд і очисної станції в цілому.
44. Для чого необхідний планово-попереджувальний огляд (ППО) і планово-попереджувальний ремонт (ППР) на очисній станції каналізації?
45. Організація хіміко-технологічного контролю на очисних спорудах водовідведення.
46. Експлуатація споруд для зневоднення осаду на центрифугах.
47. У чому полягає експлуатація споруд для термічної сушки осадів.

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ І КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

ЗМ 1.2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПРОВОДУ

ЗАНЯТТЯ 1. Реагентне господарство. Визначення необхідних доз реагентів, розмірів устаткування

Відповідно до продуктивності водоочисних споруд, основних показників якості вихідної води і даних табл. 15 [16] до проектування слід приймати двоступеневу схему очищення (рис. 2.1), за якою вода, оброблена реагентами, послідовно піддається очищенню в горизонтальних відстійниках і швидких фільтрах. Для інтенсифікації процесу очищення вихідну воду піддають коагулюванню й обробці флокулянтами. В період нестачі лужності в природній воді і для стабілізації очищеної води передбачають її підлуження.

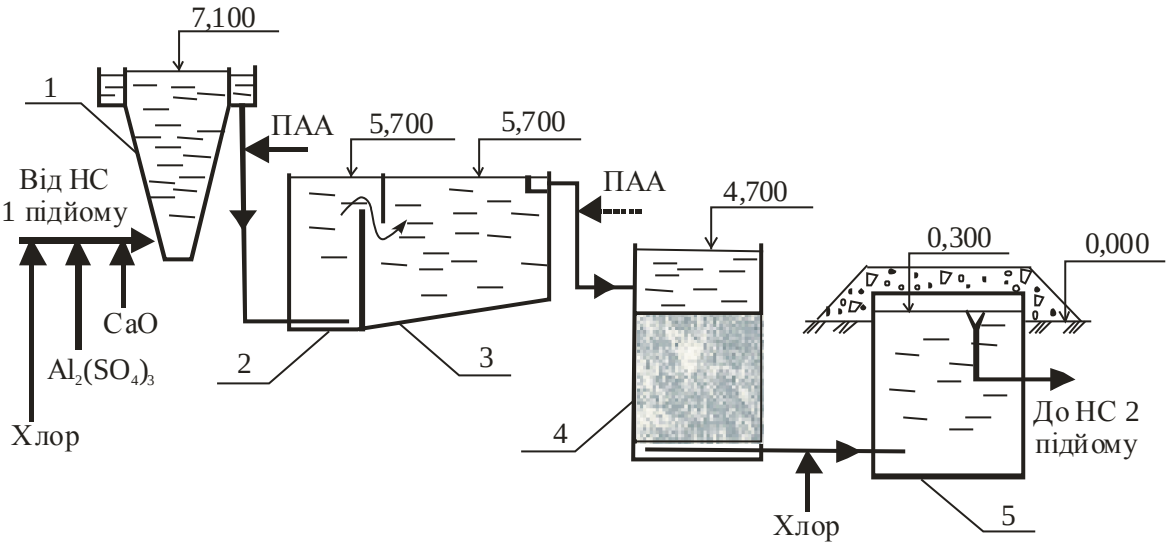

Рис. 2.1 – Висотна схема основних споруд водоочисної станції:

1 – вертикальний змішувач; 2- камера утворення пластівців;
3 – горизонтальний відстійник; 4 – швидкий фільтр; 5 – резервуар чистої води

В якості коагулянту звичайно використовують: сульфат алюмінія $Al_2(SO_4)_3$, сульфат заліза $Fe_2(SO_4)_3$, хлорне залізо $FeCl_3$, залізний купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ або флокулянт: поліакриламід (ПАА), скло натрійове рідке.

Вибір дози коагулянту здійснюють згідно з [16] за кольоровістю (*Ц*) вихідної води:

$$Д_К = 4\sqrt{Ц} \text{ мг/дм}^3, \quad (2.1)$$

або мутністю за табл. 16 [16] (Додаток 2). При одночасному вмісті у воді зважених речовин і кольоровості приймають найбільшу з доз коагулянту.

Вапно на станціях обробки води для господарсько-питних цілей застосовують як для поліпшення умов утворення пластівців, так і для стабілізаційної обробки води.

Визначаємо ***дозу лугу для поліпшення процесів утворення пластівців*** згідно з [16]

$$Д_{щ} = K\left(\frac{Д_к}{e} - Щ + 1\right) \text{ мг/дм}^3, \qquad (2.2)$$

де $Д_к$ - максимальна в період підлуження доза безводного коагулянту, мг/дм^3;

e - еквівалентна маса коагулянту (безводного), мг/мг-екв, приймають для $Al_2(SO_4)_3 - 57$; $FeCl_3 - 54{,}1$; $Fe_2(SO_4)_3 - 66{,}7$; $FeSO_4 - 76$.

$Щ$ - мінімальна лужність води, мг-екв/дм^3; $Щ = Ж_к = 2{,}41$;

K - коефіцієнт, рівний для вапна (за CaO) *28*, для соди (з Na_2CO_3) *53*, для луги ($NaOH$) *40*.

Стабільність води може бути визначена за індексом насичення [16]. Залежно від отриманого значення J встановлюємо необхідність стабілізаційної обробки води вапном, дозу якого визначаємо за формулою

$$d_{щ} = 0{,}7\frac{CO_2}{22} + Щ \text{ мг/дм}^3. \qquad (2.3)$$

При цьому якщо $Д_{щ} < d_{щ}$, то як реагент для стабілізаційної обробки води приймається вапно, якщо $Д_{щ} > d_{щ}$ - сода, доза якої приймається за формулою

$$Д_C = (Д_{щ} - d_{щ}) \cdot 100 . \qquad (2.4)$$

Метод знезаражування приймаємо згідно з [16].

Для знезаражування передбачено хлораторну установку з вакуумними газодозаторами, що розрахована на попереднє хлорування дозою $Д_{1х}$=5 мг/дм^3 і вторинне хлорування дозою $Д_{2х}$=3 мг/дм^3 [16].

Необхідну витрату хлору визначимо за формулою

$$M_х = M_{1х} + M_{2х} = Д_{1х} \cdot Q_{ос} /1000 + Д_{2х} \cdot Q_{ос} /1000 . \qquad (2.5)$$

Приготування коагулянту здійснюють у реагентому господарстві в розчинних баках.

Об'єм розчинних баків розрахований на прийом коагулянту від одного самоскида вантажопідйомністю 5 т з розрахунку 1,5 м^3 на 1 т коагулянту.

Місткість розчинного баку визначають за формолую:

$$W_p = \frac{Q_{год} \cdot t \cdot Д_к}{10000 \cdot b_p \cdot \gamma} \text{ м}^3, \qquad (2.6)$$

де $Д_к$ - максимальна розрахункова доза коагулянту в перерахунку на безводний продукт, г/дм^3;

$Q_{год}$ - витрата води, м^3/год;

b_p - концентрація розчину коагулянту в розчинному баку в %, звичайно приймають 10-17% за безводним продуктом;

γ - щільність розчину коагулянту в т/м^3; приймають рівною 1 т/м^3;

T - тривалість роботи станції, на яку розраховують кількість розчину коагулянту для одного затвору, год.

Тривалість повного циклу приготування розчину коагулянту (загрузка, розчинення, відстоювання, перекачування, очистка піддону) при температурі води 10^{0}С складає 10-12 годин. При використанні води з температурою 40^{0}С тривалість циклу скорочується до 6-8 годин.

Час, на який заготовляють розчин коагулянту, приймають: а) для станцій продуктивністю до 10000 м^3/добу при цілодобовій роботі $t = 12 \div 24$ годин, а при не цілодобовій роботі число t дорівнює числу годин роботи станції на добу; б) для станцій продуктивністю 10000 м^3/добу і більше $t = 10 \div 12$ годин.

Місткість витратних баків визначають за формулою

$$W = \frac{W_p \cdot b_p}{b} \text{ м}^3, \qquad (2.7)$$

де b - концентрація розчину коагулянту у витратному баку в %; приймають равною 4-10% у перерахунку на безводний продукт.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДО 1го ЗАНЯТТЯ

Приклад 1. Визначити дозу коагулянту при мутності води 100 мг/л і кольоровості 90 град.

Вирішення: З табл. 16 [16] потрібна доза коагулянту для осадження грубодисперсної завісі повина бути в межах 25-30 мг/л. У той же час висока кольоровість води потребує для її зниження з 90 град до 20 (відповідно до ГОСТ 2874-82) більш високої дози коагулянту.

$$Д_к = 4\sqrt{90} \approx 38 \text{ мг/дм}^3 > 25 \text{ мг/дм}^3.$$

При одночасній наявності у воді завислих речовин і високої кольоровості приймається більша з доз, визначена з табл. 16 [16] або розрахована за формулою (2.1).

Приклад 2. Визначити добову потребу в реагенті $FeCl_3$ для станції водопідготовки, якщо продуктивність станції $Q=18$ тис. м^3/добу, мутність 250 мг/л, кольоровість 30 град.

Вирішення: Дозу коагулянту визначають у залежності від якості води.

Для мутних вод $Д_к = f(M) = 35$ мг/л з табл. 16 [16].

Для кольорових вод $Д_к = 4\sqrt{Ц} = 4\sqrt{30} = 21{,}9$ мг/л.

Кількість коагулянту

$$G_к = \frac{Q \cdot Д_к}{1000 \cdot p_к} \text{ кг/добу.}$$

$$G_к = \frac{18000 \cdot 35}{10000 \cdot 97{,}3} = 647 \text{ кг/добу.}$$

Приклад 3. Визначити об'єм баку, що служить для приготування коагулянту концентрацією 50 г/л $Al_2(SO_4)_3$ при умові, що виготовлений об'єм розчину витрачають протягом 12 годин. Щільність розчину $\gamma = 1{,}05$ т/м^3. Кількість коагулянту *G=13,9* кг/год.

Рішення:

Визначаємо кількість коагулянту

$$b = \frac{50 \cdot 100}{1{,}05 \cdot 1000} = 4{,}75\%$$

Об'єм баку, в якому готують розчин коагулянту концентрацією b

$$W_Б = \frac{1{,}2 \cdot G \cdot t \cdot P}{b \cdot \gamma \cdot 1000} \text{ м}^3,$$

де 1,2 – коефіцієнт, який враховує, що об'єм бака повинен бути більший, ніж об'єм розчину на 20%.

$$W_Б = \frac{1{,}2 \cdot 13{,}9 \cdot 12 \cdot 33{,}5}{4{,}75 \cdot 1{,}05 \cdot 1000} = 1{,}3 \text{ м}^3.$$

Приклад 4. Яку кількість коагулянту необхідно завантажити в розчинний бак для отримання 20%-го розчину коагулянту $Al_2(SO_4)_3$, якщо об'єм бака *W=8* м^3, вміст речовини у технічному продукті *p=33,5*%, щільність розчину коагулянту $\gamma = 1{,}1$ т/м^3?

Вирішення:

$$G = \frac{b \cdot W \cdot \gamma}{P} \text{ т},$$

$$G = \frac{20 \cdot 8 \cdot 1{,}1}{33{,}5} = 5{,}25 \text{ т}.$$

Приклад 5. Яку кількість коагулянту необхідно додати у воду, якщо витрата води *Q=30* тис. м^3/сут, концентрація коагулянту *b=10*%, доза коагулянту $Д_к$*=30* мг/л, щільність розчину коагулянту $\gamma = 1{,}05$ т/м^3?

Вирішення:

$$Q_K = \frac{Д_K \cdot Q \cdot 100}{1000 \cdot b \cdot \gamma} \text{ м}^3/\text{доб},$$

$$Q_K = \frac{30 \cdot 30000 \cdot 100}{1000 \cdot 10 \cdot 1{,}05 \cdot 1000} = 8{,}57 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Приклад 6. Визначити об'єми розчиного та витратного баків при розрахунковій витраті очищенної води $Q_{доб} = 32000$ м^3/добу, або $Q_{год} = 1335$ м^3/год, мутності води 700 г/м^3.

Вирішення: При заданій мутності доза коагулянту $Д_к = 75$ г/м^3 (див. табл. 16 [16]).

Так як розрахункова витрата води на станції більше 10000 м^3/добу візьмемо $n = 12$ годинам. Концентрація розчину коагулянту в розчинному баку

$b_p = 10\%$. Щільність розчину коагулянту $\gamma = 1$ т/м^3.

Слід за формулою 2.6

$$W_p = \frac{1335 \cdot 12 \cdot 75}{10000 \cdot 10 \cdot 1} = 12 \text{ м}^3.$$

Місткість витратного баку розраховуємо за формулою 2.7

$$W = \frac{12 \cdot 10}{5} = 24 \text{ м}^3.$$

Приклад 7. Визначити ємність баку для приготування вапняного молока при розрахунковій витраті підлужованої води 2000 м^3/год, при максимальній дозі сульфату алюмінія 40 мг/л, лужності води в джерелі 1,6 мг-экв/л. Число годин, на яке готується розчин *t=12* ч, концентрація вапняного молока *b=5*%, об'ємна вага $\gamma = 1$ т/м^3.

Вирішення:

$$Д_и = К_и(\frac{Д_к}{e_к} - Щ + 1) \text{ мг/л},$$

$$Д_и = 28(\frac{1}{57}40 - 1{,}6 + 1) = 2{,}8 \text{ мг/л}.$$

При вмісті CaO у вапні 50%, практична доза вапна буде

$$Д_и = \frac{2{,}8 \cdot 100}{50} = 5{,}6 \text{ мг/л}.$$

Ємність баку для вапняного молока

$$W = \frac{Q_{год} \cdot t \cdot D_и}{10000 \cdot b_и \cdot \gamma_и} \text{ м}^3,$$

$$W = \frac{2000 \cdot 12 \cdot 5{,}6}{10000 \cdot 5 \cdot 1} = 2{,}7 \text{ м}^3.$$

Приклад 8. Яка потреба у вапні (активність вапна *p=50*%), якщо прийнята доза вапна *Д=20* мг/л, а продуктивність споруд Q=30 тис. м^3/доб?

Вирішення:

$$G = \frac{Д \cdot Q \cdot 100}{p \cdot 1000} \text{ кг/доб},$$

$$G = \frac{20 \cdot 30000 \cdot 100}{1000 \cdot 50} = 1200 \text{ кг/доб}.$$

Приклад 9. Визначити необхідну кількість хлору для станції водопідготовки, якщо продуктивність станції взимку Q=10 тис. м^3/доб, доза коагулянту $Al_2(SO_4)_3$ складає 35 мг/л.

Вирішення: Для первинного хлорування приймаємо дозу хлору 3 мг/л, для вторинного хлорування – 2 мг/л.

Загальна доза хлору $Д_к = 3 + 2 = 5$ мг/л.

Споживність хлору визначаємо за формулою

$$G_x = \frac{Q \cdot D_x \cdot 100}{1000 \cdot P} \cdot T \text{ кг},$$

де Т - час, за який необхідно визачити кількість хлору, Т=180 діб.

$$G_x = \frac{10000 \cdot 5 \cdot 100}{1000 \cdot 100} \cdot 180 = 7200 \text{ кг}.$$

Приклад 10. Визначити дозу реагента, необхідного для стабілізаційної обробки води, якщо природна вода після обробки має наступні показники: *М=1,5* мг/л; *Ц=20* град.; *Щ=4,5* мг-экв/л; $[Ca^{2+}] = 90$ мг/л; *Р=500* мг/л; *pH=7,65*.

Вирішення:

Визначаємо індекс стабільності:

$$I = pH - pH_s,$$

де pH_s - водний показник в умовах насичення води, визначаємо його за номограмою рис. 1 додаток 5 [1]: pH_s = 7,15.

$$I=7,65-7,15=0,5$$

Оскільки *I=0,5>0*, то вода не є стабільною. Для стабілізації такої води необхідна обробка її кислотою.

Доза кислоти розраховується за формулою:

$$Д = \frac{100 \cdot \alpha \cdot Щ \cdot e}{p} \text{ мг/л},$$

де α - коефіцієнт, залежний від *pH* і *I* [16, додаток 5, пп. 3] α= 0,12.

Щ - лужність води, мг-экв/л;

e - еквівалентна вага HCl, *e=36,5* мг/мг-экв;

p - вміст в технічній кислоті чистої *HCl*, *p=32*%.

$$Д = \frac{100 \cdot 0,12 \cdot 4,5 \cdot 36,5}{32} = 61,6 \text{ мг/л}.$$

Приклад 11. Визначити необхідні дози реагентів для підлужування води при її мутності 700 мг/л і лужності *Щ=1,7* мг/л. Максимальна доза безводного сульфату алюмінія $Д_к = 75$ мг/л.

Вирішення: Необхідні дози реагентів для підлужування води розраховують за формулою (2.2) і складають:

гашене вапно

$$Д_и = 28(\frac{1}{57} 75 - 1,7 + 1) \approx 17,4 \text{ мг/л};$$

кальцинованої соди

$$Д_и = 53(\frac{1}{57} 75 - 1,7 + 1) \approx 33 \text{ мг/л}.$$

ЗАДАЧІ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Задача 1. Визначити дозу коагулянту. Вихідні дані для вирішення задачі наведено нижче.

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Кольоровість, град	180	160	130	200	150
Мутність, мг/дм^3	100	150	200	250	50

Задача 2. Визначити добове споживання реагента для станції водопідготовки, якщо продуктивність станції влітку Q, м^3/добу, мутність М, мг/л, кольоровість Ц, град.

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Коагулянт	$FeCl_3$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$
Продуктивність станції, тис. м^3/добу	20	35	40	100	50
Кольоровість, град	100	35	50	60	150
Мутність, мг/дм^3	280	160	230	200	350

Задача 3. Визначити об'єм баку, що служить для приготування коагулянту концентріцією b_p г/л при умові, що приготований об'єм розчину витрачається протягом t годин. Щільність розчину γ т/м^3. Кількість коагулянту G, кг/год.

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Коагулянт	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$FeCl_3$	$FeCl_3$	$Al_2(SO_4)_3$
Концентріцією b_p, г/л	10	12	15	10	17
Час витрачання розчину, годин	12	10	10	12	24
Щільність розчину γ, т/м^3	1,105	1,1	1,134	1,05	1,226
Кількість коагулянту G, кг/год	14	15	21	10	18

Задача 4. Яку кількість коагулянту потрібно завантажити в розчинний бак для отримання n%-ного розчину коагулянту, якщо об'єм бака W, м^3, вміст чистої речовини в технічному продукті p, %, щільність розчину коагулянту γ, т/м^3?

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Коагулянт	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$	$FeSO_4$	$FeCl_3$	$Al_2(SO_4)_3$
Об'єм бака, м^3	16	6	12	14	10
n%-ного розчину	10	12	14	16	17
Вміст чистої речовини в технічному продукті p, %	33	97,3	98	95	33
Щільність розчину коагулянту γ	1,105	1,109	1,146	1,144	1,19

Задача 5. Яку кількість коагулянту необхідно додати у воду? При наступних данних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Витрата води, тис. м^3/добу	32	48	50	55	60
Концентріція b_p, г/л	10	12	10	17	10
Доза коагулянту, мг/л	70	75	55	45	35
Щільність розчину коагулянту, т/м^3	1,105	1,109	1,085	1,19	1,105

Задача 6. Визначити об'єми розчиного та витратного баків при наступних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Витрата води, тис. м^3/добу	2	9	34	46	8
Концентріція b_p, г/л	10	12	15	10	17
Концентріція b, г/л	4	6	7	4	10
Час витрачання розчину, годин	12	24	10	12	24
Щільність розчину γ, т/м^3	1,105	1,1	1,134	1,05	1,226
Мутність, г/м^3	800	600	400	200	100

Задача 7. Визначити ємність баку для приготування вапняного молока при наступних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Розрахункова витрата підлуженої води Q, тис. м^3/годину	5	10	45	8	30
Коагулянт	$FeCl_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$	$FeSO_4$
Максимальна доза, мг/л	35	45	60	70	80
Лужність води в джерелі, мг-экв/л	1,8	0,7	2,2	0,6	1,7
Число годин, на яке готують розчин t, ч	24	12	10	20	12
Концентрація вапняного молока b, %	2	3	5	4	5
Щільність розчину γ, т/м^3	1	1,1	1,1	1	1,1

Задача 8. Яка потреба у вапні при його активності p=50%? При наступних вихідних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Доза вапна $Д$, мг/л	17,4	20	15	21,3	16
Продуктивність споруд Q, тис. м^3/доб	35	2	20	15	5

Задача 9. Визначити споживність хлору для станції водопідготовки при наступних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Розрахункова витрата підлужованої води Q, тис. $м^3$/год	10	100	40	80	30
Максимальна доза *Cl*, мг/л	5	10	6	7	5
Час, за який необхідно визачити кількість хлору *T*, діб	180	185	185	180	180

Задача 10. Визначити дозу реагента, необхідного для стабілізаційної обробки води, якщо природна вода після обробки має наступні показники:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Температура, *t*, ^{0}C	30	25	20	40	35
Мутність, *М*, мг/л	1,5	2	5	2,5	3
Кольоровість, *Ц*, град	20	25	30	35	40
Лужність, *Щ*, мг-экв/л	4	4,5	5	3,5	5,5
$[Ca^{2+}]$, мг/л	85	95	100	90	80
Р, мг/л	300	450	500	550	400
pH	7,5	7,8	7,66	7,65	7,75

Задача 11. Визначити необхідні дози реагентів для підлужування води при наступних даних

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Мутність, *М*, мг/л	800	700	500	250	300
Лужність, *Щ*, мг-екв/л	1,9	1,5	2	2,5	0,7
Коагулянт	$FeCl_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$	$FeSO_4$
Максимальна доза коагулянту, мг/л	30	45	50	55	70

ЗМ 1.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД

ЗАНЯТТЯ 2. Експлуатація споруд механічної очистки стічних вод

Механічна очистка забезпечує видалення зі стічних вод частини нерозчинних домішок. Основними методами механічної очистки стічних вод є проціджування, відстоювання, флотація і мікрофільтрування.

Проціджування через решітки (іноді через сита) дозволяє видалити зі стічних вод крупні забруднення (тканину, папір, кістки, залишки фруктів, овочів тощо). В процесі відстоювання стічних вод відбувається їх освітлення шляхом гравітаційного осадження нерозчинних домішок, що мають густину,

більшу ніж густина води і спливання нерозчинних домішок з густиною меншою ніж густина води (жири, масла, нафтопродукти).

Пісок і інші важкі мінеральні домішки затримуються у піскоуловлювачах при короткочасному відстоюванні стічних вод. Основна маса нерозчинних органічних домішок затримується в первинних відстійниках. На відміну від очисних споруд виробничих стічних вод на міських очисних станціях не встановлюють спеціальні жиро-, нафто- чи смолоуловлювачі. Ці функції виконують первинні відстійники, що обладнані спеціальними пристроями для збирання і видалення спливаючих домішок.

Флотація - це метод видалення нерозчинних домішок, при якому вони спливають у вигляді флотоагрегатів. Флотоагрегати - це грубо дисперсні частинки, що об'єднані з бульбашками газу (найчастіше - повітря). Споруди для очистки стічних вод флотацією називають флотаційними установками чи флотаційними камерами.

При мікрофільтруванні для відділення нерозчинних домішок стічні води фільтрують через спеціальні сітки, тканину чи фільтруюче завантаження. Основні споруди для очистки стічних вод мікрофільтруванням - це барабанні сітки, мікрофільтри і фільтри з зернистим завантаженням.

Методами механічної очистки можна виділити зі стічних вод до 60% нерозчинних домішок. Залишкові нерозчинні домішки надходять на споруди біологічної очистки стічних вод. Вважається, що ефективність зниження $БПК_{повн}$ при механічній очистці (збовтані проби) досягає 20%, хоча, виходячи з наведеної в табл. 25 [17] питомої кількості забруднень на одного жителя, розрахункова ефективність зниження $БПК_{повн}$ при механічній очистці складає 46,7%.

Механічну очистку, як самостійний метод можна використовувати у виключних випадках при скиданні стічних вод у потужні водойми на першому етапі будівництва очисних споруд. У більшості випадків механічну очистку розглядають як попередній етап перед біологічною очисткою стічних вод.

Відстоювання стічних вод використовують для видалення з них неразчиненних завислих (що осідають, або спливають) грубодисперсних речовин. Відстійнки використовують для попереднього очищення стічних вод, якщо за місцевими умовами потрібна їх біологічна очистка, або як самостійні споруди, коли за санітарними умовами досить достатньо виділити зі стічних вод лише механічні домішки.

Робота відстійників полягає у використанні явища осадження (седиментації) частинок завісі під дією сили тяжіння. Осадження частинок може бути вільним чи стисненим. Вільне осадження теоретично можливе лише тоді, коли частинка незмінної форми і розмірів осаджується в необмежено великому об'ємі рідини. Швидкість вільного осадження частинки кулястої форми в умовах ламінарного режиму її обтікання рідиною ($Re \leq 2$) визначається за відомою формулою Стокса, що враховує ряд чинників, впливаючих на процес осадження:

$$u = \frac{d_1^2 \cdot \left(\rho^1 + \rho^2\right) \cdot g \cdot k_0}{18 \cdot \mu}, \qquad (2.8)$$

де d_1 - діаметр агрегату частки з водою;

$$d_1 = d + 2 \cdot s, \tag{2.9}$$

g - прискорення вільного падіння (м/с),

де s - товщина іммобілізованого шару води; $s = 0{,}15$ мкм;

k_0 - коефіцієнт щільності суспензії;

$$k_0 = 1 - 2{,}6 \cdot \sqrt{\frac{c}{\rho}}, \tag{2.10}$$

де ρ' - густина частки, що занурена у воду;

$$\rho' = \frac{\rho_ф \cdot d^3 + \rho_р \cdot \left(d_1^3 - d^3\right)}{d_1^3}, \tag{2.11}$$

де d - середній діаметр часток, м;

c - вміст завислих речовин, кг/м^3;

$\rho_ф$, $\rho_р$ - густина відповідно дисперсної фази і рідини, кг/м^3;

μ - в′язкость середовища, Па·с.

При проектуванні тонкошарових відстійників приймають кут нахилу пластин $\alpha = 45...60^0$ за [17], відстань між пластинами $h_{яр} = 50...150$ мм, висоту ярусу пластин (або глибиною блока) $H_{бл} = 1...2$ м. Швидкість руху води $v = 5...10$ мм/с.

Тривалість відстоювання визначають за формулою:

$$T = \frac{h_{яр}}{u \cdot \cos\alpha \cdot 3600} \text{ год.} \tag{2.12}$$

Довжину зони відстоювання визначають за формулою

$$l_{бл} = \frac{v_{\min} \cdot T}{K} \text{ м,} \tag{2.13}$$

де K - коефіцієнт використання зони відстоювання. Для тонкошарових відстійників можна приймати $K = 0{,}8$.

Продуктивність одного блоку тонкошарового відстійника розраховують за формулою

$$q = K \cdot H \cdot B \cdot v \text{ м}^3\text{/годину,} \tag{2.14}$$

де H - глибина зони відстоювання, м;

B - ширина блоку,м.

Кількість блоків у тонкошаровому відстійнику визначають за формулою:

$$n = \frac{Q}{q} \text{ шт.} \tag{2.15}$$

Фактичну довжину пластин можна розрахувати за формулою

$$l_{пл} = \frac{H}{\sin\alpha} \text{ м.} \tag{2.16}$$

Кількість пластин для одного блоку можна знайти за формулою

$$m = \frac{l_{бл}}{\left(h_{яр} + \delta\right)} \text{ шт.} \tag{2.17}$$

У практиці проектування й експлуатації первинних відстійників широке розповсюдження набуло використання залежностей ефекту освітлення стічних

вод від тривалості їх відстоювання $E = f(t)$ або умовної гідравлічної крупності $E = f(u_0)$

$$E = \frac{100 \cdot (C_{en} - C_{cdp})}{C_{en}} \%, \qquad (2.18)$$

де C_{en} - початкова концентрація завислих речовин, мг/л;

C_{cdp} - гранично допустима концентрація завислих речовин в освітлених стічних водах, що надходять в аеротенк, мг/л.

Гідравлічну крупність визначають за формулою

$$u_0 = \frac{h_1}{t}, \qquad (2.19)$$

де h_1 - висота шару рідини, м;

t - час за який завись осяде, с.

Кількість осаду виділеного при відстоюванні визначають з концентрації завислих речовин у воді, що надходить C_{en} і освітленій воді C_{cdp}, використовуючи формулу

$$\Omega_{mud} = \frac{Q \cdot (C_{en} - C_{cdp})}{(100 - P_{mud})\rho_{mud} \cdot 10^4} \text{ м}^3/\text{доб}, \qquad (2.20)$$

де Q – середньодобова витрата стічних вод, м^3/доб;

P_{mud} – вологість осаду, при видаленні насосами P_{mud}=*93,5*%;

ρ_{mud} – щільність осаду, ρ_{mud}=*1* г/см^3.

Концентрацію завислих речовин розраховують за формулою

$$C_{cdp} = \frac{C_{en} \cdot (100 - E)}{100} \text{ мг/л}. \qquad (2.21)$$

Концентрацію органічних забруднень (БПК) розраховують за формулою

$$L_{en} = \frac{L_{en} \cdot (100 - 20)}{100} \text{ мг/л}. \qquad (2.15)$$

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДО 2го ЗАНЯТТЯ

Приклад 1. Розрахувати тонкошаровий відстійник для освітлення $Q = 500$ м^3/год стічних вод зі вмістом завислих речовин $C = 200$ мг/л, середній розмір часток $d = 50$ мкм. Густина твердої фази $\rho_ф = 1800$ кг/м^3; $\rho_р = 1000$ кг/м^3; в'язкість води $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Відстань між пластинами $h_{яр} = 100$ мм, товщина пластини $\delta = 3$ мм, кут нахилу пластини $\alpha = 60^0$.

Вирішення: 1. Визначити діаметр частки з шаром води за формолою (2.9)

$$d_1 = 50 + 2 \cdot 0{,}15 = 50{,}3 \text{ мкм } 50{,}3 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

2. Коефіцієнт ущільності суспензії за формулою (2.10)

$$k_o = 1 - 2{,}6 \cdot \sqrt{\frac{0{,}2}{1500}} = 0{,}97.$$

3. Густина частки, що занурена у воду визначають за формулою (2.11)

$$\rho = \frac{1500 \cdot \left(50 \cdot 10^{-3}\right)^3 + 1000 \cdot \left[\left(50{,}3 \cdot 10^{-6}\right)^3 - \left(50 \cdot 10^{-6}\right)^3\right]}{\left(50{,}3 \cdot 10^{-6}\right)^3} = 1491.$$

4. Гідравлічну крупність суспензії визначають за формулою (2.8)

$$u = \frac{\left(50{,}3 \cdot 10^{-6}\right) \cdot (1491 - 1000) \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}97}{18 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 3{,}28 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}.$$

5. Тривалість відстоювання визначають за формулою (2.12)

$$T = \frac{0{,}1}{3{,}28 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}5 \cdot 3600} = 0{,}17 \text{ год} \approx 10 \text{ хв}.$$

6. Довжину зони відстіювання визначають за формулою (2.13)

$$l_{бл} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \cdot 0{,}17}{0{,}8} = 3{,}285 \text{ м} \approx 4 \text{ м},$$

де K - коефіцієнт використання зони відстоювання. Для тонкошарових відстійників можна приймати $K = 0{,}8$.

7. Продуктивність одного блоку тонкошарового відстійника розраховують за формулою (2.14). Для розрахунків приймаємо глибину зони відстоювання $H_{бл} = 1$ м, ширину блока $B = 2$ м.

$$q = 0{,}8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 28{,}8, \text{ м}^3/\text{год}$$

8. Кількість блоків, що забезпечують потрібну продуктивність визначають за формулою (2.15)

$$n = \frac{500}{28{,}8} = 17{,}3 \text{ шт.} \approx 18 \text{ шт.}$$

9. Фактичну довжину пластин можна розрахувати за формулою (2.16)

$$l_{пл} = \frac{1}{\sin 60^0} = 1{,}15 \text{ м}.$$

10. Кількість пластин для одного блоку можна знайти за формулою (2.17)

$$m = \frac{4000}{(100 + 3)} = 39 \text{ шт.}$$

Приклад 2. Максимальна годинна витрата первинних радіальних відстійників складає 1914,52 м^3/год, середня концентрація забруднень змішувань промислових і побутових стічних вод, що надходять на очисні споруди для завислих речовин складає 228,7 мг/л. Визначити ефект освітлення, кількість осаду виділеного при відстоюванні, концентрацію завислих речовин та органічних забруднень.

Вирішення: Ефект освітлення розраховуємо за формулою (2.18) при C_{cdp}=*150* мг/л.

$$E = \frac{100 \cdot (228{,}7 - 150)}{228{,}7} = 34{,}4\ \%.$$

Кількість осаду, виділеного при відстоюванні визначають за концентрацією завислих речовин у воді, що надходить C_{en} і освітленій воді C_{cdp}, використовуючи формулу (2.20)

$$\Omega_{mud} = \frac{28425{,}45 \cdot (228{,}7 - 150)}{(100 - 93{,}5) \cdot 1 \cdot 10^4} = 34{,}42 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Вологість осаду, при видаленні насосами дорівнює P_{mud}=93,5%, а щільність осаду, ρ_{mud}=1 г/см^3.

Концентрацію завислих речовин розраховуємо за формулою (2.21)

$$C_{cdp} = \frac{228{,}7 \cdot (100 - 34{,}4)}{100} = 150 \text{ мг/л.}$$

Концентрацію органічних забруднень (БПК) розраховуємо за формулою (2.22)

$$L_{en} = \frac{241{,}42 \cdot (100 - 20)}{100} = 193{,}14 \text{ мг/л.}$$

Так як, C_{cdp}=150 мг/л, то процес освітлення інтенсифікації не потребує, тобто немає необхідності у цьому процесі.

ЗАДАЧІ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Задача 1. Розрахувати тонкошаровий відстійник для освітлення стічних вод за даними, що наведені в таблиці

№ варіанту	Q, м^3/год	С, мг/л	D, мкм	$\rho_ф$, кг/м^3	$\rho_р$, кг/м^3	$\mu \cdot 10^{-3}$, Па·с	α, град.	$H_{яр}$, мм	δ, мм
1	500	200	50	1500	1000	2	45	50	3
2	50	220	150	1200	1000	1	50	55	3
3	150	150	150	1300	1050	1,5	55	60	3
4	200	100	100	1400	980	1,8	60	65	2,5
5	250	250	100	1600	990	1,9	46	70	2,5
6	60	240	95	1550	1000	1,5	51	75	2,5
7	70	230	90	1280	1010	5,4	56	80	4
8	80	210	85	1200	1020	3,8	61	85	4
9	90	190	80	1230	1030	1,6	47	90	4
10	100	180	75	1950	1035	2,5	49	95	3,5
11	110	170	70	1220	1025	3,4	52	100	3,5
12	120	160	65	1960	1015	4	53	105	3,5
13	130	40	60	1420	1050	1,65	54	110	5
14	140	130	55	1990	1080	0,62	55	115	5
15	150	120	105	1680	1070	1,2	57	120	5
16	180	110	110	1270	1018	1	58	125	4,5
17	190	100	115	1220	1020	1,03	59	130	4,5
18	210	125	120	1295	1030	1,54	60	135	4,5
19	220	155	125	1260	990	1,08	44	140	4,2
20	230	165	130	1250	980	1,38	47	145	4,3
21	450	300	60	1320	995	1,15	49	150	3,9
22	400	275	70	1255	1055	2,03	51	68	3,8

Задача 2. Визначити ефект освітлення, кількість осаду видаленого при відстоюванні, концентрацію завислих речовин і органічних забруднень. При наступних вихідних даних:

№ варіанту	Q, м^3/год	C_{en}, мг/л	C_{cdp}, мг/л	ρ_{mud}, г/см^3	$P_{mud,\%}$	L_{en}, мг/л	L_{ex}, мг/л
1	2150	200	50	1	93	245	20
2	3565	220	150	1,2	95	450	25
3	4215	150	150	1,3	95	355	15
4	8200	100	100	1	93	260	15
5	6250	250	100	1	93	246	20
6	1760	240	195	1,5	95	351	25
7	1870	230	190	1,2	95	256	20
8	1980	210	185	1,2	93	261	25
9	2190	190	80	1	93	347	20
10	3100	180	75	1	93	149	25
11	4110	170	70	1,1	95	252	10
12	1120	160	65	1,1	95	253	15
13	4130	140	60	1,4	95	354	11
14	5140	130	55	1	95	355	15
15	6150	120	105	1	93	257	20
16	9180	110	110	1,2	93	258	25
17	2190	100	115	1,2	93	359	10
18	3210	125	120	1,2	95	360	15
19	4220	155	125	1	95	344	14
20	5230	165	130	1	93	247	15
21	6450	300	160	1,3	93	249	15
22	7400	275	170	1,2	95	251	20

ЗАНЯТТЯ 3. Експлуатація споруд біологічної очистки стічних вод та споруд зі зневоднення та сушки осадів

Біологічну очистку стічних вод застосовують для видалення зі стічних вод основної маси органічних забруднень, що знаходяться в розчинній, колоїдній і нерозчинній формі (тих, що лишилися в стічних водах після механічної очистки). Однак існують технології, в яких попереднє освітлення стічних вод не здійснюють, тобто на біологічну очистку надходять усі забруднення, що знаходяться в стічних водах.

Біологічна очистка стічних вод полягає в мінералізації (окисленні) органічних забруднень аеробними мікроорганізмами, для яких ці речовини є джерелом живлення. При очистці міських стічних вод використовують тільки аеробні методи біологічної очистки; при очистці висококонцентрованих виробничих стічних вод можна застосовувати як аеробні, так і анаеробні методи.

Споруди для біологічної очистки стічних вод поділяють на дві групи:

1. Споруди, в яких біологічна очистка стічних вод відбувається в умовах, близьких до природних (природна очистка стічних вод): поля фільтрації, поля

зрошення і біологічні ставки;

2. Споруди, в яких біологічна очистка стічних вод відбувається в штучно створених умовах (штучна біологічна очистка стічних вод): біофільтри, аеротенки, а також комбіновані споруди.

Біологічна очистка стічних вод може бути повною чи неповною. При повній біологічній очистці залишкова $БПК_{повн}$ стічних вод складає 15-20 мг/л. При цьому з міських стічних вод видаляється більше 85% органічних забруднень. При неповній біологічній очистці залишкова БПК стічних вод перевищує 20 мг/л, а концентрації органічних забруднень знижуються на 50-75%.

Традиційні споруди для штучної біологічної очистки стічних вод (аеротенки, біофільтри) в кращому випадку забезпечують зниження $БПК_{повн}$ до 15 мг/л, менших концентрацій досягнути практично неможливо. В тих випадках, коли необхідна $БПК_{повн}$ менша 15 мг/л, стічні води доочищають.

Біогенні елементи. Азот і фосфор є необхідними компонентами клітинного матеріалу для всіх організмів. Азот входить до складу речовини клітини у відновленій, а фосфор - в окисленій формі. Інші елементи, необхідні для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів (наприклад, мікроелементи), зазвичай присутні в стічних водах у достатній кількості.

Нестача азоту та фосфору у воді призводить до різкого порушення процесу біологічної очистки стічних вод, зниження фізіологічної активності мікроорганізмів і інтенсивності окислення забруднень стічних вод. Крім того, при нестачі біогенних елементів у біоценозі з'являється значна кількість ниткових форм бактерій і погіршується осаджуваність активного мулу.

Потрібна кількість біогенних елементів залежить від величини приросту біомаси, що в свою чергу, залежить від виду окислюваної речовини, виду мікроорганізмів, фази розвитку цих мікроорганізмів та ін.

Для міських стічних вод потреба в біогенних елементах визначається з співвідношення БПК:N:P=100:5:1. Як правило, вказане співвідношення забезпечують біогенні елементи, наявні в цих стічних водах.

Для стічних вод деяких виробництв вміст біогенних елементів може виявитись недостатнім для нормальної експлуатації споруд біологічної очистки. Тому в стічні води в таких випадках вносять спеціальні біогенні добавки. В якості біогенних добавок застосовують різноманітні водорозчинні солі й інші сполуки: сульфат і нітрат амонію, сечовину, аміачну воду, амофос, суперфосфат, ортофосфорну кислоту тощо.

У наш час на більшості очисних споруд спільна біологічна очистка виробничих і побутових стічних вод. При цьому можливе використання азоту і фосфору, що містяться в побутових стічних водах і покриття таким чином частини потреб у цих елементах, необхідних для очистки виробничих стічних вод.

Розглянемо блок-схему класичного процесу біологічної очистки в аеротенку, зображену на рисунку. Відповідно до схеми активний мул подається зосереджено на початок аеротенка, куди також подається стічна вода, що пройшла освітлення в первинному відстійнику. В результаті змішування стічної

води з активним мулом утворюється так звана мулова суміш, у процесі руху якої до виходу з аеротенка і безперервної аерації відбуваються біохімічні процеси очистки стічних вод. Далі мулова суміш надходить у вторинний відстійник де відбувається її гравітаційне розділення на біологічно очищену стічну воду й активний мул, що осідає та ущільнюється в нижній частині відстійника. Ущільнений мул, який насос подає на вхід аеротенка, де знову залучається в процес очистки стічних вод, називають рециркуляційним чи зворотнім активним мулом. Збільшення маси мулу в процесі очистки називають приростом мулу, що виводиться з системи у вигляді надлишкового активного мулу.

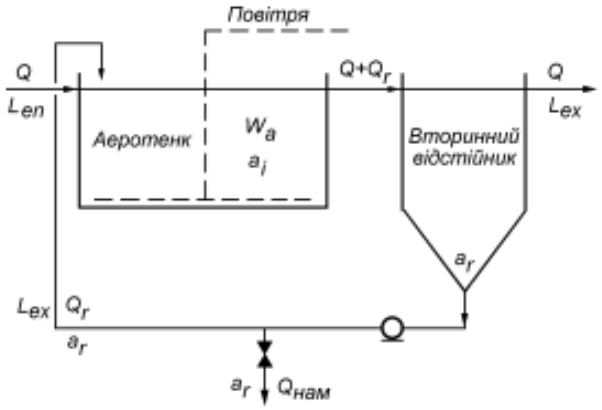

Рис. - Блок-схема процесу біологічної очистки стічних вод в аеротенках

Введемо позначення: L_{en} і L_{ex} - відповідно $БПК_{повн}$ стічних вод на вході та на виході з аеротенка, мг/л; $Q_{доб}$ - розрахункова добова витрата очищуваних стічних вод, м^3/добу; S - зольність мулу, частка одиниці; W - об'єм аеротенка, м^3, M - маса сухої речовини активного мулу, вміщеної в аеротенку, кг.

Концентрацією активного мулу в аеротенку (дозою мулу) називають кількість сухої речовини активного мулу (M), що припадає на одиницю об'єму аеротенка (W), виражають у г/л чи в кг/м^3

$$a = \frac{M}{W} \text{ г/л.} \qquad (3.1)$$

Тривалість аерації стічних вод визначають як відношення об'єму аеротенка до витрати очищуваних стічних вод:

$$t = \frac{24 \cdot W}{Q_{доб}} \text{ год.} \qquad (3.2)$$

Із усієї маси органічних речовин, що надходить в аеротенк із стічними водами ($L_{en} \cdot Q_{доб}$), частина ($Q_{доб}(L_{en} - L_{ex})$) − окислюється активним мулом, а інша частина ($L_{en} \cdot Q_{доб}$) виноситься з аеротенка разом з очищеними стічними водами.

Якщо величина навантаження (Н) характеризує кількість поданих забруднень, то окислюючу потужність (ОП) оцінюють кількістю знятих перероблених забруднень:

$$ОП = H \cdot E_{БПК} \text{ г БПК/м}^3\text{·сут,} \qquad (3.3)$$

де $E_{БПК}$ − ефективність очистки води з БПК у долях одиниці; одиниці вимірювань у ОП і Н однакові: БПК на 1 г безольної речовини на добу або г БПК/м^3·сут).

Кількість надлишкового активного мулу, що утворюється на очисних станціях з аеротенками, визначають за формулою:

$$P = 0{,}8C_{зав.аер.} + K \cdot L_{вх.} \text{ мг/л}, \qquad (3.4)$$

де $C_{зав.\ аер}$ - концентрація завислих речовин у стічній воді, що надходить у аеротенки, мг/л;

K - коефіцієнт приросту, що для міських стічних вод приймають рівним 0,3;

$L_{вх}$ - $БПК_{повн}$ стічних вод, що надходять у аеротенки, мг/л.

Ефект очистки стічних вод активним мулом визначають у відсотках, як відношення зменшення значення $БПК_{повн}$ стічних вод (знятої $БПК_{повн}$) до початкового значення $БПК_{повн}$ стічних вод, що надходять у аеротенки:

$$E = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} \cdot 100\,\%. \qquad (3.5)$$

Ефект біологічної очистки можна оцінювати також і за зменшенням концентрацій інших забруднень, що містяться в стічних водах, - завислих речовин, сполук азоту й фосфору тощо, подаватись у розрахунку на $БПК_5$ чи $ХПК$.

Ефект очистки стічних вод залежить від співвідношення кількості забруднень, що надходять у аеротенк і здатності активного мулу до окислення цих забруднень. Як відомо з попередніх розділів, здатність активного мулу до окислення органічних забруднень характеризується швидкістю їх окислення.

За постійної швидкості надходження забруднень збільшення швидкості їх окислення призводить до збільшення ефекту очистки і навпаки. Таким чином, ефект очистки буде визначатись співвідношенням швидкостей надходження та біохімічного окислення забруднень. Якщо віднести ці швидкості до одиниці маси активного мулу, то в цьому випадку ефект очистки буде визначатись відношенням питомої швидкості надходження забруднень чи, як прийнято називати, навантаженням на активний мул, до питомої швидкості окислення забруднень активним мулом.

При очистці чи доочистці стічних вод будь-яким із розглянутих методів утворюються **осади** (шлами), в яких сконцентрована основна маса домішок і забруднень, вилучених зі стічних вод.

Крупні забруднення з решіток вивозять на звалища, спалюють, або після подрібнення спрямовують у метантенки для наступного зброджування разом з іншими осадами очисної станції. Осад із піскоуловлювачів, що вміщує пісок та інші мінеральні домішки, подають на піскові майданчики, де зневоднюють у природних умовах і далі вивозять для утилізації.

Сирий осад первинних відстійників вміщує до 60% всіх нерозчинних домішок стічних вод. Вміст органічної речовини в сирому осаді складає в середньому 30%. У сирому осаді міститься велика кількість яєць гельмінтів і хвороботворних бактерій . При біологічній очистці стічних вод у аеротенках утворюється надлишковий активний мул, а на біофільтрах - надлишкова біоплівка. В складі сухої речовини цих осадів 70-80% - це органічна речовина, з якої приблизно половина - це білкові продукти. Значна кількість осадів утворюється при фізико-хімічній очистці стічних вод. Крім забруднень, що

вилучають зі стічних вод, такі осади містять також ще і гідроксиди алюмінію чи заліза, інші сполуки, що утворюються в процесі реагентної обробки.

Сирий осад первинних відстійників, надлишковий активний мул і надлишкова біоплівка легко загнивають з утворенням неприємних запахів, надзвичайно небезпечні в санітарному відношенні, погано зневоднюються, мають високу вологість, значні об'єми і тому потребують спеціальної обробки, передусім стабілізації. Загальна кількість осадів, що утворюються на міських очисних станціях, складає 1-3% від витрати очищуваних стічних вод.

Основними методами обробки осадів міських стічних вод є їх ущільнення, стабілізація, кондиціонування, зневоднення, термічне сушіння і спалювання.

Кількість і вологість осадів залежать від типу, режиму експлуатації та ефективності роботи споруд для механічної і біологічної очистки міських стічних вод, а також кількості й виду виробничих стічних вод, що очищають разом із господарсько-побутовими стічними водами.

Зміна об'єму осаду в наслідок зміни його вологості

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{(100 - W_1)}{(100 - W_2)}, \qquad (3.6)$$

де V_1 і V_2 - об'єм осаду при вологості відповідно W_1 і W_2. Формула дійсна для осадів вологістю 75-100%. Концентрація сухої речовини в осаді

$$C_{сух} = 1 - \frac{W}{100} \text{ т/м}^3, \qquad (3.7)$$

де W - вологість осаду, %.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДО 3<u>го</u> ЗАНЯТТЯ

Приклад 1. Визначити потребу в біогенних добавках, якщо витрата стічних вод *Q=10* тис. м^3/добу, *БПК$_n$=350* мг/л, концентрація амонійного азоту в стічних водах, що надходять в аеротенк 10 мг/л, концентрація фосфатів (за P_2O_5) 2 мг/л, нітрати і нітрити відсутні.

Вирішення: Для нормального проходження процесу БХО співвідношення *БПК$_n$:N:P=100:5:1*

При *БПК$_n$=350* мг/л $P_{тр}$=*3,5* мг/л $N_{тр}$=*17,5* мг/л

Недолік азоту і фосфору компенсується введенням біогенних добавок. Дефіцит азоту мг/л ($N_{св}$=*10* мг/л - вміст азоту в стічних водах), дефіцит фосфору мг/л ($P_{св}$=*2* мг/л - вміст фосфору в стічних водах). З урахуванням витрати стічних вод, потреба в азоті

$$G_N = \frac{\Delta N \cdot Q}{1000} = \frac{7{,}5 \cdot 10000}{1000} = 75 \text{ кг/добу;}$$

у фосфорі

$$G_P = \frac{\Delta P \cdot Q}{1000} = \frac{1{,}5 \cdot 10000}{1000} = 15 \text{ кг/добу.}$$

Приклад 2. Скільки мулу утворюється при біологічній очистці стічних вод і яку кількість повітря необхідно додати в аеротенк для виконання вимог нормативу?

Експлуатаційні вимоги процесу підготовки активного мулу для обробки міських стічних вод наступні. Витрата стічних вод 40 тис. м^3/добу, вихідний вміст завислих речовин 90 г/м^3, БПК$_{полн}$ (L_{en}) у вихідних стічних водах 300 г/м^3, $БПК_{повн}$ стічних вод, що скидають - 15 г/м^3 (норматив).

Вирішення: За формулою (3.4) приріст мулу складе:

$$P = 0{,}8 \cdot 90 + 0{,}3 \cdot 300 = 162 \text{ мг/л},$$

або з урахуванням продуктивності станції

$$\frac{40000 \cdot 162}{106} = 6{,}48 \text{ т/добу}.$$

Витрату повітря при пневматичній системі аерації підрахуємо з відношення до 1 кг знятої $БПК_{повн}$. Усунення $БПК_{повн}$ складає:

$$40000 \cdot (300 - 15) \cdot 10^{-3} = 11400 \text{ кг/добу}.$$

Для міських стічних вод при дрібнопузирчастій системі аерації витрачається 50 кг повітря на 1 кг знятої БПК$_{повн}$. Щільність повітря при стандартних температурі та тиску дорівнює 1,203 кг/м^3. Тоді загальна потреба в повітрі для станції біохімічної очистки буде дорівнювати

$$\frac{11400 \cdot 50}{1{,}203} = 473815{,}5 \text{ м}^3\text{/сут}.$$

Приклад 3. Розрахувати, яку частину мулу з об'єму видаляють у вигляді фугату, і визначити якість фугату, якщо на центріфугування подають мул вологістю 96,8%. Вологість зневодненного мулу 80%, ефективність затримання завісі 28%.

Вирішення: Розрахунок слід виконувати стосовно до 1 м^3 осаду.

Концентрація сухої речовини в осаді

$$C_{сух}^{вих} = 1 - \frac{W_{вих}}{100} \text{ т},$$

$$C_{сух}^{вих} = 1 - \frac{96{,}8}{100} = 0{,}032 \text{ т},$$

тобто в 1 м^3 вихідного мулу було 32 кг сухої речовини. У вигляді зневодненного мулу отримано сухої речовини

$$M_{сух}^{знев} = C_{сух}^{вих} \cdot E \text{ кг},$$

$$M_{сух}^{знев} = 32 \cdot 0{,}28 = 8{,}96 \text{ кг}.$$

Концентрація сухої речовини в зневодненому осаді

$$C_{сух}^{знев} = 1 - \frac{W_{знев}}{100} \text{ т},$$

$$C_{сух}^{знев} = 1 - \frac{80}{100} = 0{,}2 \text{ т}.$$

Об’єм цього мулу при його вологості 80%, тобто вмісті сухої речовини 200 кг/м^3 складає

$$V_{знев} = \frac{M}{C_{сух}^{знев}} \text{ м}^3,$$

$$V_{знев} = \frac{8{,}96}{200} = 0{,}0448 \text{ м}^3.$$

Якщо з 1 м^3 оброблюваного мулу отримують 0,0448 м^3 зневодненого продукта, то фугата отримаємо

$$V_{ф} = 1 - 0{,}0448 = 0{,}9552 \text{ м}^3,$$

що складає 95,5% початкового об’єму мулу.

У полученому фугаті міститься сухої речовини

$$M_{сух}^{ф} = 32 - 8{,}96 = 23{,}04 \text{ кг}.$$

Концентрація фугата за завислими речовинами складає

$$C_{ф} = \frac{23{,}04}{0{,}9552} = 24{,}1 \text{ кг/м}^3 \text{ або } 24{,}1 \text{ г/дм}^3.$$

При концентрації сухої речовини у фугаті 24,1 г/дм^3 його вологість дорівнює:

$$W_{ф} = (1 - 0{,}0241) \cdot 100 \approx 97{,}6 \%.$$

У результаті центрифугування утворилось більше 95% фугату за об’ємом від об’єму відпрацьваного мулу з якістю, практично близькою до вихідного мулу. Вологість фугату всього на 0,8% вище вологості мулу, що подано на центріфугування.

У схемі споруд треба передбачити систему з обробки або використання фугуту.

Приклад 4. Визначити вологість осаду після видалення мулової води, якщо на мулові майданчики з поверхневим відводом води подано осад вологістю 97,4%. Після відстоювання видалена мулова вода в об’ємі 50% початкового об’єму осадів з концентрацією завісі в ній 1 г/дм^3.

Рішення. Розрахунок слід виконувати стосовно до 1 дм^3 осаду. При вологості 97,4% вміст сухої речовини складає за формулою (3.7)

$$C_{сух} = 1 - \frac{97{,}4}{100} = 0{,}026 \text{ кг}.$$

Після видалення відстояної води об’єм осаду зменшиться в 2 рази, тобто став рівним 0,5 дм^3. Видалено мулової води також 0,5 дм^3 зі вмістом у ній сухої речовини 0,5 г. Тоді, в 0,5 дм^3 осаду залишилось сухої речовини $M_{сух} = 26 - 0{,}5 = 25{,}5$ г, а в перерахунку на 1 дм^3 - 51 г/дм^3. При концентрації сухої речовини 51 г/дм^3 вологість осаду складе

$$W_{знев} = \left(1 - C_{сух}^{знев}\right) \cdot 100 = (1 - 0{,}051) \cdot 100 = 94{,}9 \text{ }\%.$$

ЗАДАЧІ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Задача 1. Визначити потребу в біогенних добавках, концентрація амонійного азоту в стічних водах, що надходять у аеротенк 10 мг/л, концентрація фосфатів (з P_2O_5) 2 мг/л, нітрати і нітрити відсутні. При наступних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Витрата води, тис. $м^3$/добу	32	48	50	25	16
$БПК_п$	300	320	400	350	250

Задача 2. Скільки мулу утворюється при біологічній очистці стічних вод і яку кількість повітря необхідно додати в аеротенк для виконання вимог нормативу?

Експлуатаційні вимоги процесу підготовки активного мулу для обробки міських стічних вод наступні.

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Витрата води, тис. $м^3$/добу	42	38	30	45	46
$БПК_п$ (L_{en})	300	320	150	350	250
Вміст завислих речовин, г/$м^3$	100	150	170	95	110

Задача 3. Розрахувати, яку частину мулу з об'єму видаляють у вигляді фугату, і визначити якість фугату при наступних даних:

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Вологість мулу, %	99,6	98,6	97,4	96,8	94,2
Вологість зневодненного мулу, %	80	86	85	85	86
Ефективність затримання зависі, %	28	30	27	32	25

Задача 4. Визначити вологість осаду після видалення мулової води при наступних даних

Вихідні дані	**Номери варіантів**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Осад вологістю, %	99,6	98,6	97,4	96,8	94,2
Видалена мулова вода в об'ємі від початкового об'єму, %	50	60	40	50	60
Концентрація зависі в муловій воді, г/$дм^3$	1	1,2	1,4	1	1,2

ЛІТЕРАТУРА

1. Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. и др. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: Справочник. - К.: Будівельник, 1993. – 232 с.
2. Дмитриев В.Д., Мишуков Б.Г. и др. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справ очник. - Л:Стройиздат, 1986. – 383 с.
3. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України. КДП 204-12.Укр. 242.95 К.:1995. – 148 с.
4. Рудник В.П., Петимко П.И. и др. Эксплуатация систем водоснабженя. - К.: Будівельник, 1983. - 184 с.
5. Рудник В.П., Петимко П.И. и др. Эксплуатация систем канализации. - К.: Будівельник, 1984. - 126 с.
6. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства Украины РДП 204-12 Украины 262-97. – К.: Государственный комитет Украины по жилищно-коммунальному хозяйству, 1997. – 68 с.
7. Кигель Е.М, Милаенко Г.П., Кигель М.Е. Приемка и наладка канализационных сооружений. – К.: Будівельник, 1971. – 159 с.
8. Шифрин С.М., Дмитриев В.Д. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации и газоснабжения. – Л: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 272 с.
9. Гороновский И.Т., Руденко Г.Г. Эксплуатация станций подготовки хозяйственно-питьевой воды. – К.:Будівельник, 1975. – 236 с.
10. Кигель Е.М. Эксплуатация канализационных очистных сооружений.- К.:Будівельник, 1978. – 144 с.
11. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод.- 2-е изд, перераб. и доп. - К.:Вища шк, 1986. - 352 с.
12. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М. – 1985. – 136 с.
13. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М. - 1986. – 74 с.
14. Технические условия на качество и режим сброса сточных вод промышленных предприятий в коммунальную систему канализации населенных пунктов. 21.05.1990, N 70.
15. Лихачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. и др. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. - М.: Стройиздат, 1981. - 639 с.
16. Ласков Ю.М. и др. Примеры расчетов канализационных сооружений:Учебное пособие для вузов. М.: Стройиздат,1987. - 255 с.
17. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация: Учебник для вузов. - М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
18. Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти із зворотними водами. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11.09.1996. №1100.
19. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990).

Навчальне видання

БЛАГОДАРНА Галина Іванівна,

АЙРАПЕТЯН Тамара Степанівна,

ЯРОШЕНКО Юрій Вадимович

″ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ВК СИСТЕМ″

Методичні вказівки для самостійного вивчення, практичних занять і контрольної роботи

(для студентів 5 курсу всіх форм навчання напряму 0926 ″Водні ресурси″ спеціальності 7.092601 ″Водопостачання та водовідведення″)

Редактор *З.М.Москаленко*

Комп'ютерне верстання *Г.І. Благодарна*

План 2009, поз. 137М

Підп. до друку 26.03.2010	Формат 60x84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 0,5	
Тираж 50 пр.	Зам. №	

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731
від 19.12.2001