

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
та самостійного вивчення дисциплін

ОЧИСТКА ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД
та
СПОРУДИ ТА ОБЛАДНАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

(Модуль 2. ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД)

*(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання
напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво»
(спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та
6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»*

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та самостійного вивчення дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очищення стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Т. С. Айрапетян. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 27 с.

Укладач Т. С. Айрапетян

Рецензент проф. С. С. Душкін

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол № 10 від 03. 04. 2014 р.

ЗМІСТ

1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	4
2. ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	7
Лабораторна робота №1 Визначення оптимальної дози коагулянту.....	7
Лабораторна робота № 2 Визначення швидкості надходження кисню в аеротенки.....	10
Лабораторна робота №3 Видалення органічних домішок зі стічної води методом фільтрування через активоване вугілля	14
Лабораторна робота №4 Побудова ізотерми адсорбції органічної речовини з води	18
ЗМІСТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИСЦИПЛІНИ, КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	21

1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Загальні міри безпеки

При роботі в лабораторії студенти особливу увагу повинні звертати на техніку безпеки і дотримуватися правил безпечної роботи – вміти користуватися хімічним посудом, реактивами, розчинами і нагрівальними приладами.

Застосовуваний в лабораторії хімічний посуд у більшості випадків скляний, тонкостінний і тендітний, вимагає дбайливого користування, тому що при недбалому поводженні з ним можливі різні поранення (порізи рук склом). При роботі хімічний посуд слід тримати в руках обережно (не стискати сильно пальцями). При його митті необхідно стежити за тим, щоб не пробити стінки чи дно. У випадку невеликого порізу слід видалити осколки, змити кров навколо рани ватним тампоном, змоченим розчином марганцевокислого калію, змазати йодом і зав'язати бинтом чи заліпити лейкопластиром. При глибоких артеріальних ранах після видалення скла руку слід міцно перев'язати джгутом вище порізу, видалити кров навколо рани, накласти кілька шарів стерильної марлі, потім товстий шар гігроскопічної вати і звернутися до лікаря.

Дуже велике значення має знання студентів про сполуки, з якими їм приходится працювати в лабораторії. Багато з них можуть бути хімічною отрутою, і при необережному поводженні слугувати причиною хімічних опіків і отруєнь. До таких речовин відносяться, насамперед, рідкі кислоти і луги. Усі реактиви і розчини, які використовуються в лабораторії, повинні знаходитися в закритому посуді з чітким написом, який вказує назву і концентрацію реагенту. При влученні сильних кислот на шкіру варто негайно змити облите місце водою, а потім 5 % розчином двовуглекислої соди. При опіку лугами також рекомендується обмити уражене місце водою, а потім 2% розчином оцтової кислоти. Якщо кислота пролилася на підлогу, її варто засипати піском, потім зібрати його і винести з приміщення, а облите місце промити розчином соди.

При роботі з реактивами слід завжди пам'ятати, що наповнення піпеток для виміру малих обсягів кислот, лугів і інших речовин виконують тільки за допомогою гумової груші. Засмоктування ротом категорично **забороняється!**

Усю роботу зі шкідливими й отруйними речовинами необхідно проводити у витяжних шафах.

Нагрівальні прилади слід встановлювати на теплоізоляційні підставку. При необережній роботі можливі теплові опіки від самого приладу і нагрітого хімічного посуду. Не рекомендується брати гарячий посуд руками. Нагріті предмети беруть щипцями, колботримачами, джгутом з рушника. Необхідно уважно стежити за роботою нагрівальних приладів, не слід залишати їх без догляду. У випадку опіків першого ступеня (червоність) на обпалене місце необхідно накласти вату, змочену розчином марганцевокислого калію, концентрація якого мусить бути тим більше, чим сильніше опік. Можна використовувати і мазі від опіків. При опіках другого ступеня обпалене місце

обробляють розчином марганцевокислого калію. При опіках третього ступеня (руйнування тканин) рану покривають стерильною пов'язкою і викликають лікаря.

У приміщенні лабораторії, де працюють студенти, завжди повинні бути наготові протипожежні засоби: вогнегасники, пісок. Не допускається гасити водою олію, бензин, сірковуглець і ін.

Кожен студент перед початком роботи в лабораторії зобов'язаний ознайомитися з основними положеннями «Інструкції з техніки безпеки для працюючих у хімічних лабораторіях».

Пам'ятайте, що хімічна лабораторія – місце підвищеної небезпеки.

Забороняється приступати до виконання роботи без дозволу викладача або лаборанта.

Під час роботи в хімічній лабораторії дотримуйтеся тиші, порядку, чистоти. Акуратно звертайтеся з хімічним посудом, приладами й реактивами.

Не допускайте влучення в очі будь-якої речовини.

Не нагрівайте, не змішуйте, не лейте й не збовтуйте реактиви поблизу від імені. Завжди направляйте горло посудини від імені й тіла. Не направляйте горло посудини убік працюючих поблизу товаришів.

Ніколи не набирайте рідину в піпетку ротом, завжди користуйтеся грушею або пристосуванням для відбору проб. Пам'ятайте, що пари всіх органічних розчинників токсичні, особливо в більших концентраціях.

Заборонено проводити досліди в брудному посуді, а також користуватися для проведення дослідів речовинами зі склянок без етикеток або з нерозбірливим написом.

Не можна виливати надлишок реактиву із пробірки назад у реактивну склянку. Сухі солі набирають чистим шпателем або ложечкою.

Не слід плутати пробки від різних склянок. Щоб внутрішня сторона пробки залишалася чистою, пробку кладуть на стіл зовнішньою поверхнею.

Уникайте вдихання пар або пилу речовин, з якими ви працюєте. З усіма що порошать або ширяють речовинами роботи проводять тільки у витяжній шафі з опущеними стулками, надягаючи захисні рукавички.

Якщо якісь етапи роботи вам незрозумілі або викликають сумнів, обов'язково проконсультуйтеся з викладачем.

Наприкінці занять всі студенти зобов'язані навести порядок на своєму робочому місці: уважно оглянути й перевірити вимикання електроенергії, води, приладів й апаратів, забрати легко займисте сміття, вимити скляний посуд, здати реактиви інженерові. Після цього здати робоче місце черговим по лабораторії, які у свою чергу здають лабораторії інженерові.

Організація лабораторних робіт

Необхідною умовою успішного виконання лабораторних робіт й запобігання аварійних ситуацій або нещасних випадків є уважне вивчення методики проведення досвіду, планування етапів роботи, дотримання правил техніки безпеки.

При виконанні лабораторних робіт необхідно **строго** дотримувати наступні правила:

Перед заняттями студентів необхідно заздалегідь познайомитися з ходом проведення дослідів, чітко усвідомити мету й завдання роботи, обмірковуючи кожну дію.

Приступати до виконання роботи можна тільки після бесіди з викладачем (допуск до лабораторної роботи), у ході якої слід описати основні етапи експерименту із вказівкою мер обережності, вміти намалювати схему установки, мати уяву про фізичні властивості використовуваних реагентів і продуктів реакцій, а також відповісти на ряд теоретичних контрольних питань з теми виконуваної роботи. Допуск до роботи у вигляді розпису провідного викладача відзначається в робочому журналі студента.

Працюючий повинен знати основні властивості використовуваних й одержуваних речовин, їхню дію на організм, правила роботи з ними й на основі цього прийняти всі міри для безпеки проведення робіт.

Виконання лабораторної роботи й кожного окремого дослідження вимагає строгого дотримання всіх вказівок, що втримуються в описі роботи. Дослід повинен виконуватися ретельно, акуратно й без поспіху.

Перед заняттям необхідно оформити лабораторний журнал відповідно до вимог, що наведені нижче.

Послідовність оформлення лабораторного журналу.

Дата

Заголовок: лабораторна робота №, назва лабораторної роботи;

Коротке формулювання мети роботи;

Устаткування, прилади, реактиви

Хід роботи (методика визначення)

Схема лабораторної установки

Таблиця вихідних даних і результатів

Формули та розрахунки

Спостереження

Висновки (вносяться після виконання роботи)

2. ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення оптимальної дози коагулянту

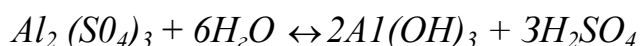
1. Загальні вказівки

Метою роботи є дослідження коагулювання, побудова графіків та встановлення за досліджуваними даними оптимальної дози коагулянту.

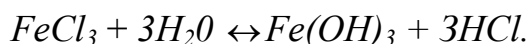
Для видалення з води речовин, які обумовлюють каламутність стічних вод застосовують обробку води коагулянтами. Як коагулянти використовують солі алюмінію і заліза: сульфат алюмінію, сульфат заліза (II), сульфат заліза (III), хлорид алюмінію, хлорид заліза (III), змішаний коагулянт, який складається із сульфату алюмінію і хлориду заліза, взятих у співвідношенні 1:1 чи 1:2, та ін.

Коагулянти є солями сильних кислот і слабких лугів, тому при введенні у воду вони гідролізуються.

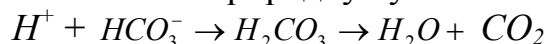
Гідролізом називається обмінна реакція між катіонами й аніонами солі й води, при якій відбувається зв'язування продуктів розкладання з одним чи обома іонами води з утворенням малодисоційованих чи важкорозчинних гідроксидів. Гідроліз солей супроводжується зміною рН середовища: пряма реакція



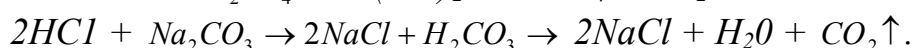
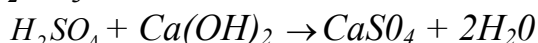
зворотна реакція



Реакції гідролізу зворотні. Тому, щоб забезпечити повноту протікання гідролізу (пряма реакція), необхідно зв'язувати (нейтралізувати) кислоти, що утворюються. Цю функцію виконують присутні в природних водах гідрокарбонат-іони, що визначають природну лужність води:



Якщо лужність оброблюваної води невелика, то кислота, яка утворюється при гідролізі коагулянту, може бути нейтралізована не повністю. Наслідком цього є погіршення процесу утворення пластівців, поява у воді залишкового алюмінію чи заліза. Щоб уникнути цього, воду додатково підлужують веденням $Ca(OH)_2$ чи H_2CO_3 :



Гідроксиди алюмінію і заліза малорозчинні у воді та виділяються з неї у виді колоїдних позитивно заряджених часток з великою сумарною площею поверхні.

Гумусові речовини, що надають воді забарвленість, та частки порід і ґрунтів, що визначають її каламутність, являють собою негативно заряджені колоїди. Через різницю зарядів ці дві системи взаємодіють: на позитивно зарядженій поверхні гідроксидів добре адсорбуються гумусові речовини, а безпосередньо частки гідроксидів адсорбуються на поверхні ґрунтових, глинистих й інших завислих часток.

Разом з тим наявність у воді негативно заряджених іонів призводить до

коагуляції колоїдних часток гідроксидів, тобто відбувається зниження їхнього заряду і втрата ними стійкості. У результаті цього частки починають злипатися один з одним, що призводить до утворення «мостиків» між завислими частками домішок. Ці «мостики» як би «зшивають» завислі частки між собою, утворюючи так звану зверхміцеллярну структуру. Остання, під впливом гідродинамічних сил потоку розривається в найбільш слабких місцях, наслідком чого є утворення мікропластівців, які потім збільшуються при взаємних зіткненнях. Осадження такої коагульованої суспензії призводить до видалення з води речовин, які обумовлюють її каламутність і забарвленість.

Для успішного протікання процесу необхідно правильно підібрати дозу коагулянту. Оптимальною називається та найменша доза коагулянту, що забезпечує забарвленість очищеної води менше 20 град. при мінімальній її каламутності та доброму утворенні пластівців (досить швидко утворення великих, добре осідаючих пластівців).

Оптимальна доза коагулянту залежить від величини і природи забарвленості оброблюваної води, її каламутності, лужності та температури. Оптимальну дозу визначають у процесі пробного коагулювання води різними дозами коагулянту.

2. Схема установки

Установка складається з магнітної мішалки 1 і колби 2 з випробуваною водою і реагентами, яка встановлюється на підставці 3 корпусу магнітної мішалки. Усередину колби опускають стрижень 4, що перемішує. Корпус мішалки заземлюють, після чого мішалку вмикають до мережі напругою 220 В. Для приєднання проводу, що заземлює, на задній стінці корпусу розташована клемма. Стрижень 4 приводять в обертання за допомогою тумблера 5. Для збільшення швидкості обертання стрижня рукоятку 6 повертають за годинною стрілкою та встановлюють на середині шкали швидкості обертання магнітного стрижня. Це відповідає приблизно 800 об/хв. магнітного стрижня.

Тумблер 7 призначений для включення електрообігріву. Для запобігання від саморозмагнічування магніту до мішалки додається сталеве кільце, яке концентрично накладають на підставу корпусу при вимкненому апараті.

Для виконання роботи підготовляють колбу з випробуваною водою, закритою пробкою; мірні циліндри на 250 мл – 7 шт., плоскодонні колби – 2–3 шт., ємністю 500 мл; піпетки на 1 і 5 мл, пісковий годинник на 3 хв.; секундомір; розчин $Al_2(SO_4)_3$ концентрацією 20 г/л (готується розчиненням $39Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$ у 1 літрі води); 5% розчин $NaOH$.

3. Проведення роботи

Оптимальну дозу коагулянту визначають для двох умов:

- 1) без підлужування води;
- 2) з підлужуванням води.

У кожному випадку пробу випробуваної води ретельно перемішують перед її відбором.

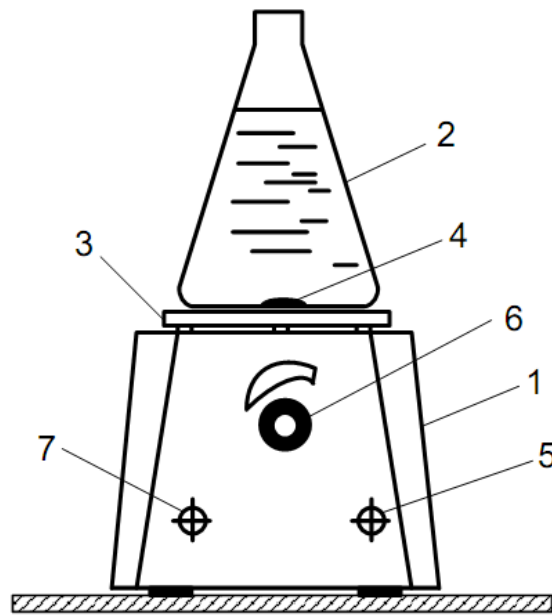


Рис. 1.1 – Схема установки:

1 – магнітна мішалка; 2 – колба; 3 – підставка;
4 – стрижень; 6 – рукоятка; 5, 7 – тумблери.

1. 200 мл випробуваної води (1 проба) наливають у плоскодонну колбу 2, занурюють у неї стрижень 4, що перемішує, і перемішують на магнітній мішалці 1 протягом 3-х хвилин. Потім розчин зливають у циліндр № 1 для відстоювання.

В інші проби води (2–7) перед перемішуванням додають розчин коагулянту (сірчаноокислого алюмінію) у таких кількостях:

Таблиця 1.1

№ проби	2	3	4	5	6	7
Кількість розчину коагулянту, що було добавлено в циліндр, мл	0,5	1	2	3	4	6
Відповідна цьому обсягу доза коагулянту, мг/л	50	100	200	300	400	600

Після перемішування проби води зливають у циліндри, відповідно №2–№7 і включають секундомір.

2. Досліди з підлогуванням стічної води виконуються аналогічно. До кожної проби води перед перемішуванням додають 1 мл 5% розчину NaOH. Для кожної проби води відзначають час початку відстоювання. Тривалість відстоювання – 0,5 год.

Через 0,5 год. з кожного циліндра відбирають відстояний розчин, у якому визначають оптичну щільність проби на фотоколориметрі. За даними значень оптичної щільності можна одержати порівняльні дані про каламутність води залежно від дози коагулянту. При відстоюванні води в циліндрах відзначають час початку утворення пластівців, час початку осідання, а також вид пластівців

(пуккі, великі, дрібні).

Обробка результатів спостережень

Записують умови проведення досліду:

Кількість вихідної води для кожного досліду _____ мЛ

Оптична щільність вихідної води _____

Тривалість перемішування проби води _____ хВ

Тривалість відстоювання _____

Умови проведення досліду	№ проби	Кількість введеного коагулянту, мЛ	Доза коагулянту, мг/л	Час початку утворення пластівців, хВ	Час початку осідання пластівців, хВ	Оптична щільність води після досліду
Без підлогування						
З додаванням NaOH						

За даними дослідів будують графіки, відкладаючи по осі абсцис дозу коагулянту в мг/л, а по осі ординат – оптичну щільність води.

За графіками знаходять оптимальну дозу коагулянту і роблять висновок про необхідність підлужування для досліджуваної води.

Оптимальною дозою коагулянту вважається така доза, коли збільшення кількості доданого коагулянту понад цієї дози не призводить до помітного зниження оптичної щільності води, яку очищують.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Визначення швидкості надходження кисню в аеротенки

1. Загальні вказівки

Робота аеротенків заснована на використанні процесів біохімічного окислювання органічних й інших речовин, що перебувають у стічних водах, за допомогою аеробних мікроорганізмів.

Для забезпечення нормальної життєдіяльності мікроорганізмів–мінералізаторів в аеротенк повинен безперервно надходити кисень, що використовується в біохімічних процесах. Необхідна кількість кисню не може бути забезпечена за рахунок природної дифузії його з повітря через водну поверхню аеротенка, тому нестачу кисню доводиться поповнювати штучно. З цією метою передбачається безперервна аерація суміші стічної води з мікроорганізмами, що перебувають в аеротенку, шляхом подачі до нього стисненого повітря або шляхом поверхневої аерації.

Повітря необхідне не тільки для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів (активного мулу), але й для підтримки їх у зваженому стані.

Крім того, при продувці суміші мікроорганізмів з водою повітрям, з неї віддаляється продукт розкладання органічних речовин – вуглекислота.

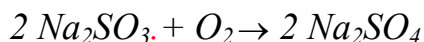
Аеротенки, у які подається стиснене повітря називають аеротенками з пневматичною аерацією.

Аеротенки, у яких відбувається надходження повітря з поверхні води при енергійному перемішуванні за допомогою механічних аераторів, називають аеротенками з механічною аерацією.

Залежно від складу стічної води й характеру застосовуваних мікроорганізмів, для її очищення потрібна необхідна кількість кисню (і відповідно повітря), обумовлене розрахунковим шляхом.

Для того, щоб експериментально визначити швидкість надходження кисню в аеротенк, його заповнюють водопровідною водою й додають у певній концентрації речовини, що легко окислюються, наприклад, сульфід натрію Na_2SO_3 . Після включення аератора через певні інтервали часу визначають наскільки знизилася концентрація сульфідату натрію.

Кисень, що розчинився в рідині, взаємодіє з сульфідом натрію за наступної реакції



На підставі даних аналізу можна визначити кількість внесеного в аеротенк кисню й швидкість його надходження.

2. Схема установки

Аеротенк 1 заповнюють певною кількістю води. Аераційний пристрій являє собою диск із лопатами 2. Рівень рідини в аеротенку повинен частково покривати лопати диска. Аерація здійснюється шляхом розбризування води при обертанні диска 2. Напрямок руху потоків води в процесі роботи аеротенка показано стрілками. Аератор включається в роботу за допомогою приводу 3, з'єднаного з електромотором 4.

Для здійснення пневматичної аерації на дно аеротенка поміщають пористий аератор, з'єднаний повітрявідвідною трубою з повітряним компресором.

Для виконання роботи підготовляють п'ять колб Ерленмеєра ємністю 0,5 л з пробками, піпетку на 20 мл, мірні циліндри на 0,5 л й 10 мл, 0,1 і розчини йоду й тіосульфату натрію й бюретки до них, технічну сіль сульфідату натрію, 10%-ний розчин мідного купоросу, 10% розчин оцтової кислоти, розчин крохмалю.

3. Проведення роботи

У п'ять колб Ерленмеєра вливають по 20 мл 0,1 н розчину йоду. Через здатність йоду випаровуватися цю операцію здійснюють швидко й по її закінченні колбу закривають пробкою. Олівцем по склу на колбах роблять позначки: 0; 15; 30; 45; 60.

Для підготовки до роботи аеротенка в нього всипають попередньо зважену кількість сульфідату натрію до одержання його концентрації близько 15 г/л. Потім додають як каталізатор 10%-й розчин мідного купоросу (250 мл) і

перемішують отриманий розчин. Підготовлений до роботи аеротенк включають і за допомогою піпетки на 20 мл починають робити відбір проб. Першу (нульову) пробу відбирають через п'ять хвилин після включення аератора.

Усього відбирають п'ять проб по 20 мл, що ставляться за часом від початку відбору проб до 0; 15; 30; 45 і 60 хвилин.

Проби відбирають у процесі роботи аеротенка з поверхні рідини піпеткою. Відібрана проба після відділення пухирців повітря вливається у відповідну підготовлену колбу Ерленмеєра з розчином йоду.

Вміст колби відразу ж титрують 0,1 н розчином тіосульфату натрію й визначають залишковий зміст сульфату натрію у відібраній пробі C_t , у г/л (індекс t вказує час відбору проби). Після відбору останньої проби аеротенк виключають.

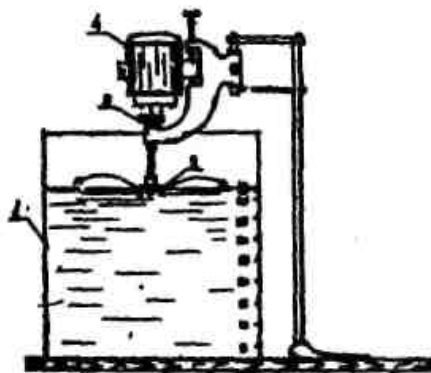


Рис. 2.1 – Схема установки:

1 – аеротенк, 2– аератор, 3 – привод, 4 – електромотор

4. Обробка результатів спостережень

Відзначають обсяг розчину в аеротенку в літрах, V_{aep} . Дані, отримані при проведенні експерименту, зводять у таблицю.

Таблиця 2.1

Час від початку дослідів t , хвил.	Концентрація сульфату натрію у відібраній пробі C_t , г/л	Зниження концентрації сульфату в пробі, $\Delta C = C_{aep} - C_t$ г/л	Кількість кисню, внесеного у рідину $a = \frac{\Delta C \cdot 16}{126}$ г/л
0			
15			
30			
45			
60			

У графі 3 таблиці розраховують зниження концентрації сульфїту для кожної проби відносно нульової проби.

У графі 4 розрахунок кількості внесеного кисню роблять, виходячи з того, що при окислюванні сульфїту один моль його (молекулярна вага 126) приєднує 0,5 моль кисню.

За даними дослідів на міліметровому папері будують графік залежності кількості внесеного кисню "а" (відкладаючи його значення по осі ординат) від часу аерації.

На підставі, отриманої кривої залежності обчислюють швидкість внесення кисню V_0 , г/м³×год. Для цієї мети зручно за графіком взяти кількість внесеного кисню через 30 хв. аерації, тобто a_{30} , тоді

$$V_0 = \frac{a_{30} \cdot 60 \cdot 1000}{30}, \text{ г/м}^3. \quad (2.1)$$

Множник 1000 у цьому випадку взятий для перекладу з літрів у кубометри.

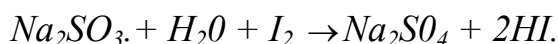
Загальну кількість кисню, що може бути внесена в обсяг рідини в аеротенку протягом години, обчислюють за формулою

$$q = V_0 \cdot V_{\text{аер}}, \text{ г/ГОД} \quad (2.2)$$

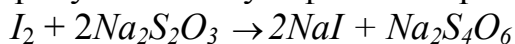
Обсяг розчину в аеротенку дорівнює 43 л або 0,043 м³.

5. Визначення концентрації сульфїту натрію у водянному розчині

У колбу Ерленмеєра із притертою пробкою наливають із бюретки 20 мл і 0,1 н розчину йоду й закривають пробкою. Туди ж доливають 20 мл випробуваної проби. Потім додають 5 мл 10% оцтової кислоти й відразу ж титрують 0,1 н розчином тіосульфату натрію доти, поки розчин не придбає солом'яно-жовтий колір. Цю стадію титрування проводять при струшуванні вмісту досить швидко, щоб уникнути випару йоду. Потім додають 1–2 мл розчину крохмалю й титрують до зникнення синього фарбування, що не з'являється протягом 1–2 хв. Окислювання сульфїту натрію йодом протікає за реакцією



Надлишок йоду оттитровується тіосульфатом натрію за реакцією:



Концентрацію сульфїту натрію розраховують за формулою:

$$C = \frac{(V_1 K_1 - V_2 K_2) \cdot 0,0063 \cdot 1000}{V} = \frac{6,3(V_1 K_1 - V_2 K_2)}{V}, \text{ г/л} \quad (2.3)$$

де V – обсяг доданого розчину йоду, мл;

K_1 – поправочний коефіцієнт для приведення концентрації розчину йоду до точно 0,1 н розчину;

V_1 – обсяг витраченого на титрування розчину тіосульфату; мл;

K_2 – поправочний коефіцієнт для приведення концентрації розчину тіосульфату до точно 0,1 н розчину;

V_2 – обсяг аналізованої води, мл;

0,0063 – кількість сульфату натрію еквівалентна 1 мл 0,1 н розчину тіосульфату (йоду).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Видалення органічних домішок зі стічної води методом фільтрування через активоване вугілля

1. Загальні вказівки

Адсорбція розчинених речовин – це процес переходу молекул розчиненої речовини з обсягу розчину на поверхню твердого сорбенту під дією силового поля поверхні. При цьому конкурують два види міжмолекулярної взаємодії: гідратація молекул розчиненої речовини, тобто взаємодія їх з молекулами води в розчині й взаємодія молекул адсорбуючої речовини з поверхнею твердого тіла. Різниця енергій цих двох процесів й є та енергія, з якою речовина витягнута з розчину втримується на поверхні адсорбенту.

Як адсорбенти застосовують різні марки активованого вугілля, силікагель, кокс, торф і такі відходи, як зола й шлаки. Найпоширенішими адсорбентами є активоване вугілля. Вони володіють сильно розвинутою поверхнею: питома поверхня (поверхня 1 см³) становить до 1000 м².

При динамічній адсорбції очищувану воду фільтрують через шар адсорбенту. У цьому випадку частка рідини переміщується відносно частки адсорбенту. Розподіл домішки між адсорбентом і стічною водою може бути виражений співвідношенням

$$K_{adc} = \frac{a}{c} \quad (3.1)$$

де K_{adc} – адсорбційна константа розподілу;

a – величина адсорбції домішки в мг/г адсорбенту (або в г/кг);

c – концентрація адсорбуючої речовини за шаром адсорбенту, мг/л;

Ефективність вилучення домішок зі стічної води у відсотках визначається рівнянням

$$\mathcal{E} = \frac{C_0 - C}{C_0} \quad (3.2)$$

де C_0 – початкова концентрація домішки в очищуваній воді, мг/л.

2. Схема установки

Установка складається з напірної посудини 1, дозатора 2, вугільного фільтра 3 і приймачі 4. Випробувану стічну воду заливають у напірну посудину 1 при закритому крані дозатора 2. Після заповнення посудини 1 її закривають пробкою, крізь яку просмикнута відкрита з обох кінців скляна трубка. У вугільний фільтр 3 завантажують попередньо зважене на технічних вагах активоване вугілля марки КАД–йодний у кількості 25 г.

Вугілля КАД–йодний є продуктом обробки кам'яновугільного напівкоксу водяною парою при високій температурі.

Для виконання роботи підготовляють секундомір, 8–10 мірних циліндрів на 0,5 літра, промивалку, посуд і реактиви для фотоколориметричного визначення фенолу.

3. Проведення роботи

Установлюють приймач 4. Відкривають кран дозатора 2, одночасно регулюючи надходження у фільтр 3 води за допомогою відрахування крапель за певний інтервал часу за допомогою секундоміру. Фіксують час початку й закінчення досліду. Спочатку встановлюють потік крапель з розрахунку ~ 10 крапель за 5 секунд (або ~ 20 краплі за 10 сек.). Після того, як почнеться надходження води у приймач, регулюють відкриття крана таким чином, щоб швидкість подачі води становила близько 0,8–1,0 л/год. (звіряючи по міркам циліндра за час, відрахований за секундоміром). Відбирають 6–8 порцій по 0,5 літра очищеної води й визначають у них вміст фенолу фотоколориметричним методом. Визначають початкову концентрацію фенолу у воді, що надходить. Наприкінці досліду заміряють внутрішній діаметр трубки вугільного фільтра (у см).

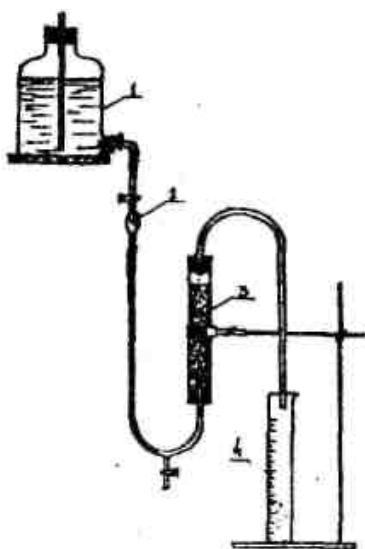


Рис. 3.1 – Схема установки:

1– напірна посудина, 2 – дозатор, 3 – вугільний фільтр, 4– приймач

4. Обробка результатів спостережень

Результати досліду записують за такою формою:

Час початку досліду

Час закінчення досліду

Тривалість фільтрування t , год.

Кількість завантаженого сухого вугілля 25 г.

Початкова концентрація фенолу у воді C_0 , мг/л.

Дані, отримані при проведенні експерименту, зводять у таблицю.

На підставі отриманих даних обчислюють:

1. Середньогодинну кількість води, що надійшла на фільтрування

$$W_{сер} = \frac{W}{t}, \text{ л/год.} \quad (3.3)$$

2. Середню швидкість фільтрування

$$V = 10 \frac{W_{сер}}{f}, \text{ м/год.} \quad (3.4)$$

де f – площа поперечного перерізу фільтра, виражена в см^2 ;

Таблиця 3.1

Номер проби води, що очищується, від початку досліду (по 0,5 літра)	Концентрація фенолу в пробі, мг/л
1	$C_1 =$
2	$C_2 =$
3	$C_3 =$
4	$C_4 =$
...	...
n	$C_n =$
Всього $W =$ літрів	Середня концентрація фенолу $C = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}, \text{ мг/л}$

При підрахунку приймають внутрішній діаметр трубки вугільного фільтру 2,5 см, тоді $f = 4,9 \text{ см}^2$.

3. Кількість вилученого фенолу:

$$m = W(C_0 - C), \text{ мг} \quad (3.5)$$

4. Величина адсорбції фенолу:

$$a = \frac{m}{25}, \text{ мг/г} \quad (3.6)$$

де 25 – завантаження активованого вугілля у фільтр, г;

5. Ефективність вилучення фенолів:

$$\varepsilon = \frac{C_0 - C}{C_0} \quad (3.7)$$

6. Адсорбційну константу розподілу:

$$K_{адс} = \frac{a}{c} \quad (3.8)$$

За даними досліду будують графік, відкладаючи по осі абсцис кількість профільтрованої води в літрах від початку досліду, а по осі ординат – залишкову концентрацію фенолу в пробі (у мг/л).

7. *Фотоколориметричний метод визначення фенолу в стічній воді*

Піпеткою відбирають таку кількість стічної води, щоб після розбавлення в мірній колбі ємкістю 100 мл концентрація фенолу в розчині становила 1–5 мг/л (якщо необхідно стічну воду попередньо розбавляють). Пробу стічної води (або її розведеного розчину) відбирають піпеткою й поміщають у мірну

колбу ємкістю 100 мл, туди ж додають 1 мл буферного розчину, ретельно перемішують, додають дистильовану воду, приблизно до половини ємкості колби, знову перемішують, доливають 2 мл розчину 4-аміноантипірина і після перемішування вводять розчин заліzosинеродистого калію (2 мл). Розчин доводять до мітки водою й перемішують.

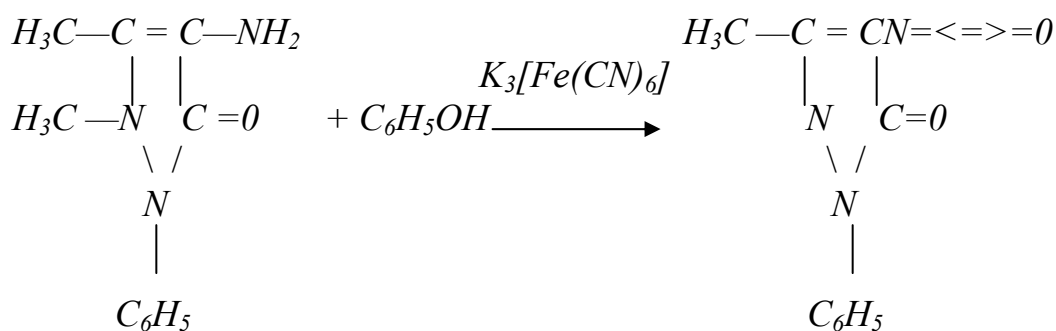
Після 5-хвилинної витримки забарвлений розчин наливають у кювету з відстанню між гранями 10 мм і поміщають у фотоколориметр. Колориметрування здійснюють із зеленим світлофільтром, фотоколориметр вмикають у електромережу за 20 хв. до початку визначення.

Спочатку в праве й ліве плече фотоколориметра встановлюють кювети з дистильованою водою, потім відкривають шторки світлофільтра й встановлюють стрілку гальванометра на нуль.

Установку стрілки гальванометра на нуль починають при увімкненні гальванометра на малу чутливість (положення "0" показує, що гальванометр вимкнений, "1" – увімкнений на малу чутливість, "2" – увімкнений на більшу чутливість. При увімкненні рукоятку грубого налагодження встановлюють у положення "1", потім перемикають гальванометр у положення "2" й остаточно встановлюють гальванометр рукояткою точного налагодження. Після установки гальванометр вмикають (встановлюють у положення "0"). Наступний етап полягає у визначенні оптичної щільності застосовуваних розчинів реагентів ("глухий досвід"). Для цього в мірну колбу на 100 мл до дистильованої води додають всі реагенти (без аналізованої проби води).

Отриманий для "глухого досвіду" розчин заливають у два кювети, які встановлюють у праве й ліве плече фотоколориметра, відкривають шторки світлофільтра, вмикають гальванометр на чутливість "1", а потім на чутливість "2" і за допомогою відповідних рукояток установлюють його стрілку на нуль. Після цього закривають шторки світлофільтра й у праве плече фотоколориметра замість установленної кювети поміщають кювету з досліджуваним розчином. Після відкриття шторок стрілка гальванометра відхиляється від нульового положення. Обертанням вимірювального барабана встановлюють стрілку гальванометра знову на нуль. Величину оптичної щільності розчину відраховують за поділками правого барабана.

При взаємодії фенолу з 4-аміноантипірином у лужному середовищі в присутності заліzosиньродистого калію утворюється забарвлена сполука, інтенсивність якої залежить від концентрації фенолу. При цьому протікає реакція



Концентрацію фенолу в розведеному розчині C_1 , у мг/л визначають за калібрувальною кривою.

Концентрацію C_n розраховують з урахуванням зробленого розведення

$$C_n = C_1 \cdot n, \text{ мг/л}, \quad (3.9)$$

де n – кратність розведення.

Бажано, щоб концентрація C_1 , що визначається за калібрувальною кривою перебувала в її середній частині, цього досягають регулюванням кратності розведення " n ".

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Побудова ізотерми адсорбції органічної речовини з води

1. Загальні вказівки

Органічні домішки можуть бути вилучені з водного розчину за допомогою адсорбентів, таких як активоване вугілля, зола, шлаки й інші тверді матеріали. Ефективність адсорбенту стосовно домішки оцінюється показником, що називають "величиною адсорбції". Цей показник зазвичай виражають у ммоль/г або мг/г (г/кг) адсорбенту. Оскільки його відносять до одиниці ваги адсорбенту, його називають "питомою адсорбцією". Величину адсорбції можна виражати у вагових відсотках. Порівнюючи значення питомої адсорбції будь-якої домішки на різних адсорбентах, можна визначити, який з них більш придатний для видалення цієї домішки з водного розчину.

Величина адсорбції залежить від температури, за якої відбувається цей процес, і її значення знижується з підвищенням температури.

При збільшенні концентрації розчиненої речовини величина адсорбції зростає.

Зв'язок між величиною адсорбції і рівноважною концентрацією домішок у розчині характеризується ізотермою адсорбції, яка описується:

рівнянням Фрейндліха $a = K \cdot C^n$

рівнянням Лангмюра $a = a_0 \frac{C}{C + B}$

де a – питома адсорбція, ммоль/г (мг/г або % вага);

a_0 – гранична величина адсорбції для заданого адсорбенту, ммоль/г (мг/г);

C – рівноважна концентрація адсорбованої домішки у воді, що знаходиться в контакті з адсорбентом, ммоль/л (мг/л);

a_0, K, n, B – константи, що визначаються експериментально.

Ізотерму будують за експериментальними даними в системі координат, де по осі ординат відкладають питому адсорбцію, а по осі абсцис – рівноважну концентрацію домішок.

Початкова ділянка ізотерми більш точно описується рівнянням Фрейндліха, а послідуєча, більш полого ділянка – рівнянням Лангмюра. Для знаходження констант K и n у рівнянні Фрейндліха його логарифмують і воно набуває виду

$$\lg a = \lg K + n \lg C.$$

За дослідною кривою, після підрахування значень $\lg a$ та $\lg c$, і відкладаючи їх на координатних осях, отримують пряму лінію. Тангенс кута нахилу прямої дає константу n , а відсікаємий нею на осі ординат відрізок – константу K .

Для визначення констант рівняння Ленгмюра його зручно перетворити наступним чином:

$$\frac{C}{a} = \frac{B}{a_0} + \frac{C}{a_0}$$

За дослідною кривою обчислюють значення $\frac{C}{a}$, потім, зображуючи графічно, в функції від $\frac{C}{a}$ отримують пряму, нахил якої визначає константу a_0 , а відрізок на осі ординат – константу B .

Визначивши вид рівняння ізотерми адсорбції і його константи, можна обчислити величину питомої адсорбції при будь-якій рівноважній концентрації розчину, а також необхідну дозу адсорбенту для досягнення заданого ефекту вилучення домішок зі стічної води.

2. Схема установки

Колби 1 з водним розчином, що досліджується і добавленим до нього адсорбентом встановлюють на платформу 2 апарата для струшування, який приводиться у рух за допомогою електромотора 3. Колби закріплюють на платформі апарата за допомогою затискачів 4. Перед включенням апарата у мережу змінного струму його необхідно заземлити. Включення апарата здійснюють за допомогою тумблера, розташованого у електромотора.

Для виконання роботи підготовлюють 8 колб Ерленмеєра з плоским дном на 250 мл з пробками, мірний циліндр на 100 мл, 4 бюкса для зважування активованого вугілля, 4 воронки для фільтрування, фільтрувальний папір, посуд и реактиви для фотоколориметричного визначення фенолу.

3. Проведення роботи

Побудову ізотерми здійснюють на прикладі адсорбції фенолів з водного розчину. У вихідній стічній воді визначають вміст фенолу.

В колби Ерленмеєра (4 шт.) заливають мірним циліндром по 100 мл досліджуваного розчину. Потім додають попередньо зважені на аналітичних вагах навіски активованого вугілля. В першу колбу 3,0 г, в другу – 2,5 г, в третю – 2,0 г, у четверту – 1,5 г. Колби закривають пробками, встановлюють в апарат для струшування і після включення його, вміст колб перемішують протягом 60 хвил. Фіксують час початку досліду і температуру у приміщенні. Після виключення апарата водний розчин відстоюється від частинок вугілля протягом 15 хвил., після чого розчини фільтрують через паперовий фільтр, відкидаючи перші порції (10–15 мл). Фільтрати збирають в підготовлені колби. В кожному фільтраті визначають вміст фенолів фотоколориметричним методом.

4. Обробка результатів спостереження

В журналі спостережень фіксують початок і кінець досліду, температуру, концентрацію фенолів у вихідному розчині C_0 г/л, об'єм вихідного розчину V мл, тип адсорбенту.

Результати дослідів заносять у таблицю.

Наважка адсорбенту m , г	Рівноважна концентрація фенолу у розчині C , г/л	Адсорбція a , % вага
.		

Величину адсорбції визначають за формулою:

$$a = \frac{(C_0 - C) \cdot V \cdot 100}{100 \cdot m}, \% \quad (4.1)$$

За даними дослідів будують ізотерму, відкладаючи значення " a " у відсотках по осі ординат, а по осі абсцис – значення " C " в мг/л, потім знаходять константи рівнянь ізотерми адсорбції.

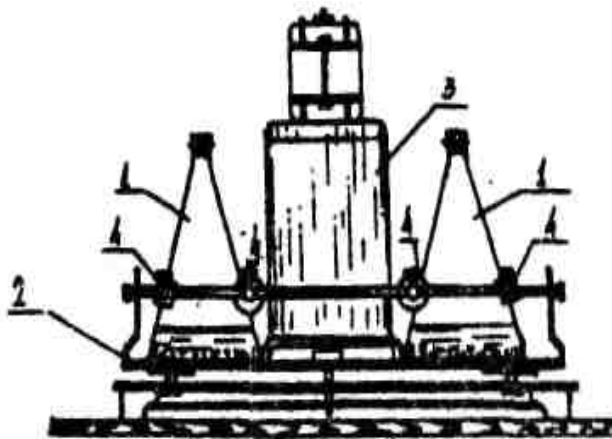


Рис. 4.1 – Схема установки:

1– колба, 2– платформа, 3– електромотор,
4 – затискач

ЗМІСТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ДИСЦИПЛІНИ, КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗМ 1.1 МЕХАНІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

ТЕМА 1. СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ СТІЧНИХ ВОД

1. Поняття «стічні води». Утворення міських стічних вод.
2. Класифікація забруднень стічних вод
3. Основні показники ступеня забруднення стічних вод
4. Визначення концентрації забруднень міських стічних вод

Контрольні запитання:

1. Як класифікують стічні води?
2. Охарактеризуйте побутові стічні води.
3. Які основні забруднення характерні для побутових стічних вод?
4. Охарактеризуйте промислові стічні води.
5. Охарактеризуйте атмосферні стічні води.
6. Джерела забруднення поверхневого стоку?
7. Основні забруднення характерні для виробничих та атмосферних стічних вод?
8. Як утворюються так звані «міські» стічні води?
9. Які основні забруднення за походженням характерні для різних видів стічних вод?
10. Які основні забруднення за фізичним станом характерні для різних видів стічних вод?
11. Що називають БПК. Стандартні умови для його визначення. Чим відрізняється БПК₅ від БПК_{повн.}

ТЕМА 2. ОХОРОНА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ВІД ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИМИ ВОДАМИ

1. Класифікація водних об'єктів за видами водокористування.
2. Санітарні умови випуску стічних вод у водойми. Самоочищення води у водних об'єктах.
3. Розрахунок коефіцієнта змішування води водойми зі стічними водами.
4. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод.

Контрольні запитання:

1. Яким чином визначають концентрацію забруднень у стічних водах?
2. За якими основними показниками визначають необхідний ступінь очищення стічних вод?
3. Як визначають ступінь очистки стічних вод за кількістю завислих речовин?
4. Якими нормативними документами визначені умови спуску стічних вод у водоймища?
5. Чому дорівнює гранично допустиме значення БПК стічних вод після скиду стічних вод у водойму?

ТЕМА 3. МЕТОДИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД І СХЕМИ ОЧИСНИХ СТАНЦІЙ

1. Методи очистки стічних вод і обробки осадів.
2. Технологічні схеми очисних станцій.

Контрольні запитання:

1. З якою метою здійснюють очищення стічних вод?
2. Як класифікують способи очищення стічних вод і в яких випадках їх застосовують?
3. Які групи споруд входять до складу загальноміських очисних споруд?
4. Яким чином розміщують споруди в технологічній схемі очищення стічних вод? Навести схему розташування споруд очистки стічних вод та обробки осаду.
5. Охарактеризуйте схему очищення стічних вод з механічним очищенням.
6. Охарактеризуйте схему очищення стічних вод з біологічним очищенням в аеротенках.
7. В яких випадках застосовують глибоке доочищення стічних вод?
8. Які осади утворюються при очищенні стічних вод?

ТЕМА 4. СПОРУДИ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

1. Грати, дробарки, їх розрахунок.
2. Призначення і конструктивні відмінності піскоуловлювачів різних типів.
3. Переваги та недоліки різних типів піскоуловлювачів.
4. Видалення і обробка піску.
5. Розрахунок піскоуловлювачів різних типів.
6. Первинні відстійники. Конструктивні типи відстійників. Принцип роботи первинних радіальних відстійників.
7. Розрахунок первинних відстійників.

Контрольні запитання:

1. Назвіть споруди, в яких здійснюється механічне очищення стічних вод.
2. Методи видалення піску з піскоуловлювачів і способи його зневоднення.
3. Яке призначення мають піскоуловлювачі і на затримання піску якої крупності вони розраховуються?
4. Типи піскоуловлювачів та їхні переваги й недоліки.
5. За якими критеріями вибирають тип піскоуловлювача?
6. У чому полягає сутність механічного очищення стічних вод?
7. Конструкції первинних відстійників. Принцип роботи.
8. За якими критеріями вибирають тип відстійника?
9. Як визначають розрахункове значення гідравлічної крупності завислих речовин при проектуванні первинних відстійників?
10. Як видаляють сирий осад з первинних відстійників різних типів?
11. Як видаляють плаваючі домішки з первинних відстійників?

ТЕМА 5. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПЕРВИННОГО ВІДСТОЮВАННЯ СТІЧНИХ ВОД

1. Попередня аерація.
2. Біокоагуляція.
3. Освітлювачі з природною аерацією.

Контрольні запитання:

1. У яких випадках виникає необхідність інтенсифікації механічного очищення стічних вод?
2. Інтенсифікація первинного відстоювання стічних вод попередньою аерацією. Недоліки цього методу.
3. Наскільки збільшується ефект первинного освітлення за завислими речовинами і БПК_{повн}.
4. Який з методів інтенсифікації первинного відстоювання стічних вод є більш ефективним?
5. Конструкція біофлокулятора.

Рекомендована література:

1. Василенко О. А., Епоян С. М., Смірнова Г. М., Корінько І. В., Василенко Л. О., Айрапетян Т. С. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. – Київ–Харків, КНУБА, ХНУБА, 2012. – 572 с.
2. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ „Рівненська друкарня”, 2003.
3. Запольський А.К., Мішкова–Клименко Н.А. та ін. Фізико–хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000.
4. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчёта канализационных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 72 с.
5. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП, 1986.
6. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03–85. – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.
7. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Затв. Постановою Кабміну України від 25.03.1999, № 303.
8. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 3–е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
9. Гудков А. Г. Механическая очистка сточных вод: учеб. пособие / А. Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 151 с.
10. Очистка сточных вод (примеры расчетов): учебник для высш. и сред. спец. образования по специальности "Водоснабжение и канализация" / [М. П. Лапицкая, Л. И. Зуева, Н. М. Балаескул, Л. В. Кузнецов]. – Минск: Высш. шк., 2007. – 255 с.

ЗМ 1.2 БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

ТЕМА 6. БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ УМОВАХ

1. Класифікація методів біологічного очищення стічних вод.
2. Біологічне очищення стічних вод у природних умовах. Поля зрошення і поля фільтрації.

Контрольні запитання:

1. У чому полягає сутність біологічного очищення стічних вод?
2. Назвіть способи біологічного очищення стічних вод.
3. Як впливають різні фактори (вміст кисню, біогенних елементів і токсичних речовин, рН середовища, температура тощо) на ефективність процесів біологічного очищення води?
4. Наведіть технологічні схеми біологічного очищення води?
5. Схарактеризуйте ґрунтові методи біологічного очищення води.
6. Як відбувається біологічне очищення стічних вод у штучно створених умовах?

ТЕМА 7. СПОРУДИ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У ШТУЧНО СТВОРЕНИХ УМОВАХ

1. Біологічні фільтри, їх класифікація.
2. Основні типи біофільтрів з об'ємним завантаженням. Особливості конструкцій і розрахунок краплинних біофільтрів та високонавантажуваних біофільтрів (аерофільтрів).
3. Біофільтри з площинним завантаженням.
4. Технологічні параметри роботи біофільтрів.

Контрольні запитання:

1. Яке призначення мають і для яких умов роботи призначені біофільтри?
2. Як класифікують біофільтри за умовами аерації й за матеріалами завантаження?
3. Краплинні та високонавантажувані біофільтри, їх відмінні особливості.
4. Назвіть основні елементи конструкції біофільтрів.
5. Принцип дії біофільтрів.

ТЕМА 8. БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

1. Сутність процесу очищення в аеротенках.
2. Класифікація аеротенків за основними ознаками. Конструкції аеротенків.
3. Основні технологічні схеми очищення стічних вод в аеротенках.
4. Системи аерації в аеротенках.
5. Технологічні характеристики роботи аераційних споруд.
6. Розрахунок аеротенків.

Контрольні запитання:

1. Які є типи аеротенків?

2. Що таке активний мул?
3. Основні показники стану активного мулу?
4. В яких випадках необхідно проектувати аеротенки з регенерацією?
5. Для чого потрібна подача стисненого повітря в аеротенки?
6. Як здійснюють аерацію стічних вод у аеротенках?

ТЕМА 9. ВТОРИННІ ВІДСТІЙНИКИ

1. Класифікація і конструкції вторинних відстійників.
2. Розрахунок вторинних радіальних відстійників

Контрольні запитання:

1. Яке призначення мають вторинні відстійники після аеротенків?
2. Схарактеризуйте осадки, що утворюються в процесі біологічного очищення стічних вод.
3. Чому дорівнює час відстоювання рідини у вторинних відстійниках після аеротенків?

ТЕМА 10. МЕТОДИ ТА СПОРУДИ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

1. Очищення стічних вод у біологічних ставках
2. Доочистка стічних вод на фільтрах. Конструкції фільтрів.

Контрольні запитання:

1. Основні завдання доочистки біологічно очищених стічних вод.
2. Які методи застосовують для доочистки біологічно очищених стічних вод?
3. Які фільтри застосовують для доочистки стічних вод?
4. З якою метою перед фільтрами доочистки стічних вод встановлюють барабанні сітки?
5. Одношарові і двошарові швидкі фільтри.
6. Конструкція каркасно-засипних фільтрів.
7. Фільтри з плаваючим завантаженням із пінополістиролу

ТЕМА 11. ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

1. Методи знезараження стічних вод.
2. Змішувачі стічних вод із хлорною водою і контактні резервуари

Контрольні запитання:

1. Які методи застосовують для знезараження стічних вод?
2. Як здійснюють введення хлору в стічну воду з метою її знезараження?
3. Яка необхідна тривалість контакту стічної рідини з хлорною водою?
4. Яку дозу активного хлору, г/м^3 , застосовують для дезінфекції стічної води після повного біологічного очищення?
5. Назвіть переваги знезараження стічних вод УФ-випромінювання порівняно із хлором?

ТЕМА 12. ОБРОБКА ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

1. Склад і властивості осадів.
2. Основні методи і споруди для обробки осадів стічних вод.
3. Зброджування осадів в метантенках.
4. Природне зневоднення осадів стічних вод на мулових майданчиках. Типи мулових майданчиків.
5. Механічне зневоднення осадів стічних вод.

Контрольні запитання:

1. На яких спорудах станції очищення стічних вод утворюються осади?
2. Дайте характеристику якісних властивостей осадів стічних вод.
3. Яке основне завдання обробки осадів стічних вод?
4. Назвіть основні стадії обробки осадів стічних вод.
5. З якою метою здійснюють ущільнення осадів? Які осади піддають ущільненню?
6. Для чого осади стічних вод піддають стабілізації?
7. Які типи споруд застосовують для механічного зневоднення осаду?
8. Чи можливе використання центрифуг без флокулянтів?
9. Які переваги мають фільтр-преси у порівнянні з вакуум-фільтрами або декантерами?

Рекомендована література:

1. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник / О. А. Василенко, С. М. Епоян, Г. М. Смірнова та ін. – Київ–Харків, КНУБА, ХНУБА, 2012. – 572 с.
2. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ „Рівненська друкарня”, 2003.
3. . Фізико–хімічні основи технології очищення стічних вод. / Запольський А.К., Мішкова–Клименко Н.А. та ін – К.: Лібра, 2000.
4. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчёта канализационных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 72 с.
5. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП, 1986.
6. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03–85. – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.
7. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 3–е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
8. Гудков А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учеб. пособие / А. Г. Гудков. – Вологда ВоГТУ, 2003 – 127 с.
9. Очистка сточных вод (примеры расчетов): учебник для высш. и сред. спец. образования по специальности "Водоснабжение и канализация" / [М. П. Лапицкая, Л. И. Зуева, Н. М. Балаескул, Л. В. Кузнецов]. – Минск: Высш. шк., 2007. – 255 с.
10. Хенце М. «Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы: Пер. С англ. / Хенце М., Армоэс П., Ля–Кур–Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.
11. Туровский И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
та самостійного вивчення дисциплін

**ОЧИСТКА ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД
та
СПОРУДИ ТА ОБЛАДНАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ
(Модуль 2. ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД)**

*(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання
напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво»
(спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та
6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»*

Укладач **АЙРАПЕТЯН** Тамара Степанівна

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Т. С. Айрапетян*

План 2013, поз. 86М

Підп. до друку 07.04.2014 Формат 60x84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. **1,2**

Зам. № Тираж 30 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.