

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи
з дисципліни

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ
ВОДОПІДГОТОВКИ

*(для студентів 3 курсу всіх форм навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
(спец. «Водопостачання та водовідведення»))*

Харків – ХНУМГ – 2013

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теоретичні основи водопідготовки» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» (спец. «Водопостачання та водовідведення»)) / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: К. Б. Сорокіна. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 20 с.

Укладач: К. Б. Сорокіна

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Г. І. Благодарна

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол № 1 від 27.08.2013 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
1.1 Мета та завдання вивчення дисципліни.....	5
1.2 Зміст дисципліни.....	6
2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	13
РЕКОМЕНДОВАНИЙ СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	19

ВСТУП

Склад природних вод постійно змінюється в результаті процесів окисдування і відновлення, що протікають в них, седиментації диспергованих і колоїдних домішок, солей, як наслідок зміни тиску і температури; іонообміну між водою і донними відкладеннями; збагачення вод мікроелементами внаслідок біохімічних процесів; змішення вод різного живлення. У поверхневих водотоках спостерігається самоочищення води за рахунок фізичних, хімічних і біологічних процесів, чому сприяє аерація, перемішування, декантація суспензій, розбавлення забруднень у великій масі води. Під дією простих водних організмів, мікробів-антагоністів, бактеріофагів і антибіотиків біологічного походження, під впливом біохімічних і окисних процесів гинуть патогенні бактерії та віруси.

Самоочищення води, як правило, не забезпечує необхідної її якості для виробничих і господарсько-питних потреб цілей. Тому практично завжди поверхнева вода потребує кондиціонування її властивостей з доведенням їх до вимог споживача.

Господарська діяльність людини істотно впливає на стан вододжерел як в якісному, так і в кількісному відношенні. Одним з її чинників є змив з сільськогосподарських угідь хімічних добрив і скидання у водоймища недостатньо очищених стічних вод і вод теплових і атомних електростанцій. Внаслідок цього інтенсивно розвиваються планктон і макрофіти, що викликають заростання водоймищ, підвищення кольоровості води, виникнення присмаків і запахів, що погіршує санітарний стан вододжерел.

Таким чином, при виборі технології водопідготовки необхідно визначити якість води джерела, тобто склад і концентрацію домішок, що містяться в ній, а потім зіставити з вимогами, що пред'являються.

Важливу роль в охороні водойм від забруднення шкідливими домішками набувають різні способи очищення стічних вод, які дають можливість видаляти з води забруднювальні речовини і солі, утилізувати цінні компоненти як вторинну сировину і повертати їх у виробництво. Хімічне оброблення дає змогу також вирішити проблему використання очищених стічних вод для технічного водопостачання з організацією на цій основі замкнених циклів, що сприяє ефективному вирішенню проблеми раціонального використання водних ресурсів.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1 Мета та завдання вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця з теоретичних основ очистки природних і стічних вод шляхом розширення і поглиблення набутих знань та забезпечення фундаментальної підготовки для вивчення спеціальних дисциплін професійного спрямування.

Основні завдання дисципліни заключаються в формуванні знань і умінь, які необхідні для виконання професійних завдань з використанням існуючих досягнень науки і техніки в області технології очистки води механічними, фізичними, хімічними, фізико-хімічними, біохімічними та біологічними методами.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати**:

- характеристики домішок і забруднюючих речовин природних і стічних вод;
- класифікацію домішок і забруднюючих речовин за фазово-дисперсним станом Л. А. Кульського та інші класифікації (С. А. Шукарева, О. А. Алекіна);
- існуючі класифікації природних вододжерел;
- основні вимоги до якісних показників води, яка використовується для господарсько-питних і технічних цілей;
- характеристики реагентів, що використовуються для водопідготовки;
- теоретичні основи реагентної та електрохімічної коагуляції;
- шляхи інтенсифікації процесу коагуляції та флокуляції;
- теоретичні основи очистки води механічними методами від завислих речовин;
- теоретичні основи технологічного моделювання процесу видалення із води завислих речовин;
- теоретичні основи фільтрування суспензій через зернисті та мембранні перегородки;
- теоретичні основи промивки зернистих перегородок;
- методи інтенсифікації очистки води фільтруванням;
- теоретичні основи очистки води електрохімічними методами;
- теоретичні основи очистки води від органічних, біологічних та бактеріологічних забруднень фізико-хімічними деструктивними методами;
- теоретичні основи адсорбційної очистки води;
- теоретичні основи флотації домішок води;
- теоретичні основи екстракційної очистки води;
- теоретичні основи коректування іонного складу води за допомогою іонного обміну, термічних і хімічних методів;
- теоретичні основи біологічної очистки води в аеробних і анаеробних умовах;

вміти:

- використовувати класифікацію домішок природних і стічних вод за фазово-дисперсним станом для визначення найбільш ефективних методів очистки;
- визначати головні фактори та оптимальний режим технології очистки води;
- рекомендувати найбільш прийнятні напрямки інтенсифікації процесу очистки води;
- використовувати монограми, діаграми, кінетичні криві технологічних процесів для розрахунку оптимальних технологічних параметрів;
- керуватись результатами математичного та фізичного моделювання технологічних процесів;
- визначити напрямки зменшення впливу водного господарства на навколишнє природне середовище;
- забезпечити раціональне використання природних ресурсів в технологіях очистки води;
- користуватись довідниками, технічною літературою та нормативно-правовими актами при проектуванні та експлуатації очисних споруд.

1.2 Зміст дисципліни

ЗМ 1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГЕТЕРОГЕННИХ ДОМІШОК

Тема 1. СКЛАД, ХАРАКТЕРИСТИКА ДОМІШОК І ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОД

- 1. Загальні поняття про домішки води.**
- 2. Класифікації природних вод.**
- 3. Показники якості води.**
- 4. Класифікація домішок за фазово-дисперсним станом і орієнтовний вибір процесів і способів (методів) очищення води на її основі.**

Природні води є складною багатокомпонентною динамічною системою, до складу якої входять солі, органічні речовини, гази, дисперговані домішки, гідробіонти, бактерії і віруси.

Концентрація окремих домішок у воді визначає її властивості, тобто якість. Розрізняють показники якості води фізичні (температура, завислі речовини, кольоровість, запах, смак та ін.), хімічні (твердість, лужність, активна реакція, окислюваність, сухий залишок та ін.), біологічні (гідробіонти) і бактеріологічні (загальна кількість бактерій, колі-індекс та ін.).

Незадовільні санітарно-бактеріологічні показники води вказують на забруднення водоймища в даний час, тоді як низькі хімічні показники за

відсутності бактерійного зараження - на давність забруднення, що відбулося. Отримані одночасно низькі хімічні і незадовільні бактеріологічні показники води свідчать про те, що водоймище має постійне джерело забруднення і що забруднення води відбувалося раніше і продовжується в даний час.

Л. А. Кульським запропонована класифікація домішок води, заснована на їх фазовому стані та дисперсності. Домішки води розділені на чотири групи.

Тема 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН МЕХАНІЧНИМИ МЕТОДАМИ

- 1. Основні властивості і характеристики завислих речовин.**
- 2. Седиментаційні методи видалення грубодисперсних речовин.**
- 3. Основні закономірності видалення грубодисперсних завислих речовин в гравітаційному, відцентровому, електричному полях і в завислому шарі.**

Видалення завислих у воді домішок і скоагульованих пластівців досягається відстоюванням і фільтруванням. При відстоюванні з неї віддаляється основна маса завислих речовин, а фільтрування є лише завершуючим процесом, який використовується для повного звільнення води від суспензій.

При відстоюванні суспензій відбувається як вільне, так і зв'язане осадження. При вільному осадженні виключається вплив частинок одна на одну, при зв'язаному - одні частинки захоплюють одна одну, сприяючи процесу осадження. З урахуванням того, що концентрація суспензії у воді навіть у разі коагуляції мала, у верхніх шарах спостерігається режим вільного осадження. У нижніх шарах концентрація суспензії збільшується за рахунок частинок, що осідають з верхніх шарів, тому стає можливим зв'язане осадження.

Принцип дії гідроциклонів ґрунтується на сепарації часточок твердої фази в обертовому потоці рідини. Величина швидкості сепарування часточок у відцентровому полі гідроциклону в сотні разів перевищує швидкість осідання під дією сил гравітації.

У деяких випадках виділення колоїдно-дисперсних речовин з води проводять електрофільтруванням. Суть процесу полягає в тому, що на фільтр, виготовлений з йонообмінного матеріалу, діє електричне поле. Застосування електромагнітного поля дає змогу інтенсифікувати фільтрування і здійснити більш тонке очищення води від дисперсних часточок без використання хімічних реагентів.

Принцип дії прояснювачів із завислим шаром полягає в тому, що очищувана вода, змішана з реагентами (коагулянт, флокулянт), надходить у прояснювач знизу і рівномірно розподіляється на площі коридорів. Рухаючись знизу вгору, вона проходить крізь шар раніше сформованого завислого осаду, який складається з маси завислих у потоці пластівців, що перебувають у безперервному русі, проте весь шар загалом залишається нерухомим. Проходячи крізь шар завислого осаду, вода прояснюється в результаті контактної коагуляції. Забруднення сорбується шаром завислого

осаду, надлишок якого безперервно видаляється в осадоушільнювач, після чого скидається у водостік. Прояснена вода збирається за допомогою жолобів і відводиться для подальшого прояснення на фільтрах.

Тема 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ З ВОДИ МЕТОДОМ ФЛОТАЦІЇ І ЕЛЕКТРОФЛОТАЦІЇ

- 1. Особливості механізму дії флотації.**
- 2. Вплив поверхнево-активних речовин на процеси флотації.**
- 3. Способи диспергування бульбашок газу при флотації та їх зв'язок з механізмом флотації.**
- 4. Конструктивне оформлення флотаційного очищення води.**

Флотація – метод відділення диспергованих і колоїдних домішок від води, заснований на здатності частинок прилипати до повітряних (газових) бульбашок і переходити разом з ними в пінний шар. Флотацією можна витягувати з води нафтопродукти, масла та інші емульговані рідкі речовини, радіоактивні сполуки, іони багатьох розчинених у воді речовин.

Контакт бульбашок повітря і частинок домішок можливий двома шляхами: при зіткненні частинок з поверхнею бульбашок і при їх утворенні на частинках при виділенні розчинених газів. Для напірної флотації при очищенні природних вод процес взаємодії бульбашок при їх зіткненні з частинками домішок є основним і тому представляє практичний і теоретичний інтерес.

Обробку води флотацією рекомендується застосовувати при її каламутності до 150 мг/дм³ і кольоровості до 200 град.

В процесі флотації поверхнево-активні речовини грають особливо важливу роль.

Насичення води бульбашками можливо диспергуванням повітря через пористі матеріали, в імпелерних машинах і при струменевих процесах; утворенням бульбашок з пересичених розчинів; утворенням бульбашок в результаті хімічних реакцій і біологічних процесів; утворенням бульбашок при електрохімічній обробці води.

До складу флотаційних установок входять камери флотацій, суміщені з камерами утворення пластівців; вузли підготовки й розподілу водоповітряного розчину; пристрої для видалення і відведення піни.

Тема 4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ ФІЛЬТРУВАННЯМ

- 1. Основні типи і характеристики фільтрів і фільтрувальних перегородок.**
- 2. Фільтруючі матеріали для зернистих фільтрів.**
- 3. Основні закономірності процесу фільтрування через зернисті завантаження.**
- 4. Підвищення брудомісткості зернистих фільтрів.**

При русі води через сітки, тканини, пористі матеріали досягається витягання з неї завислих речовин. Процес здійснюється або на поверхні, або в глибині фільтруючого матеріалу. Поверхнєве фільтрування відбувається при русі води через об'ємні елементи з пористих матеріалів значної товщини (патронні фільтри і фільтри з пористої кераміки); сітчасті або тканинні перегородки (фільтрування під тиском або під вакуумом, мікрофільтрування); жорсткі проникні каркаси із заздалегідь нанесеним фільтруючим шаром (намівні фільтри трубчастої, рамної або барабанної конструкції).

Витягання домішок з води та їх закріплення на зернах фільтруючого завантаження відбувається під дією сил адгезії.

З відомих теорій процесу очищення води фільтруванням найбільше визнання отримала теорія Д. М. Мінца, яка експериментально підтверджена і впроваджена. На основі цієї теорії розроблена методика технологічного аналізу процесу фільтрування, що дозволяє визначати параметри процесу і використовувати їх для оптимізації режиму роботи фільтрувальних споруд.

Процес обробки води фільтруванням через зернисте завантаження описується двома основними рівняннями, що визначають час захисної дії завантаження і час, протягом якого досягається гранична втрата напору.

Тема 5. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ З ВОДИ ТОНКОДИСПЕРСНИХ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН І КОЛОЇДІВ МЕТОДАМИ АГРЕГАЦІЇ ДОМІШОК

- 1. Основні властивості та характеристики колоїдів. Електрокінетичні явища і стійкість гідрофобних систем.**
- 2. Фізико-хімічні основи теорії процесу коагуляції колоїдів. Види коагулянтів.**
- 3. Фізико-хімічні основи теорії процесу флокуляції колоїдів. Види флокулянтів.**
- 4. Інтенсифікація процесу коагуляції і флокуляції.**

Для очищення природних і стічних вод, що утворюють колоїднодисперсну систему, треба провести розділення рідкої й твердої фаз з метою виділення завислих речовин. При цьому внаслідок малого розміру часточок дисперсної фази, а також високої агрегативної та седиментаційної стійкості системи виникають певні ускладнення. Інтенсифікувати процес розділення, тобто порушити агрегативну стійкість колоїдно-дисперсної системи, можна за рахунок укрупнення часточок в агрегати під дією коагулянтів, флокулянтів та їхніх сумішей.

В колоїдних системах коагулювальними є йони електролітів, які несуть протилежний часточці заряд (протийони), і концентрація цих протийонів зменшується у міру збільшення їх заряду.

Як коагулянти використовують переважно солі алюмінію та феруму. Одним із найпоширеніших коагулянтів є сульфат алюмінію.

Швидкість коагуляції перебуває у прямій залежності від температури, відстані й особливо від концентрації часточок, а також в оберненій залежності від динамічної в'язкості та радіуса часточок.

Контактне коагулювання домішок води полягає в тому, що на поверхні зерен завантаження фільтра під час руху води, обробленої коагулянтном, відбувається сорбція колоїдно-дисперсних часточок.

До флокулянтів належать неорганічні або органічні високомолекулярні сполуки (ВМС), які сприяють утворенню агрегатів у результаті об'єднання кількох часточок за допомогою макромолекули адсорбованого або хімічно зв'язаного полімеру.

ЗМ 1.2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГОМОГЕННИХ ДОМІШОК

Тема 6. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АДСОРБЦІЙНОГО І ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

- 1. Суть адсорбційного очищення води та сфери його застосування.**
- 2. Характеристика адсорбентів та їх регенерація.**
- 3. Особливості процесу адсорбції.**
- 4. Апаратурне оформлення адсорбційного очищення води.**
- 5. Суть іонообмінного методу очищення води і сфери його застосування.**
- 6. Особливості іонообмінного процесу.**
- 7. Технологія іонообмінної підготовки води.**

Адсорбція – процес поглинання одного або кількох компонентів (адсорбату, адсорбтиву) з об'єму фаз на поверхні поділу між ними, наприклад із газу або розчину на поверхні твердого тіла (адсорбенту) або рідини. один із ефективних способів глибокого очищення природних і стічних вод від речовин переважно органічного походження. Зокрема, вона є ефективною для знебарвлення та усунення запахів і присмаків із природних вод. Адсорбцію можна застосовувати для очищення стічних вод від розчинених органічних речовин целюлозно-паперової, хімічної, нафтохімічної, текстильної та інших галузей промисловості. Перевагою цього способу є можливість адсорбції речовин багатоконпонентних сумішей та висока ефективність очищення слабкоконцентрованих вод.

Іонообмінні процеси, які застосовують у водопідготовці та водоочищенні, ґрунтуються на вибіркового поглинанні одного або кількох компонентів з водних розчинів за допомогою іонітів. Іоніти – тверді, майже нерозчинні у воді та органічних розчинниках матеріали, що мають іонообмінні властивості.

До складу іонітів входять функціональні групи, здатні до іонізації та обміну з електролітами. В результаті іонізації функціональних груп утворюються фіксовані іони, які закріплені на каркасі й не переходять у розчин,

та протиіони (обмінні іони). Кількість протиіонів еквівалентна кількості фіксованих іонів. Останні здатні переходити в розчин й обмінюватися з розчину на еквівалентну кількість інших іонів, що мають заряд з тим самим знаком.

Тема 7. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БАРОМЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

- 1. Характеристика баромембранних процесів.**
- 2. Види та характеристики мембран.**
- 3. Вплив технологічних параметрів на мембранні процеси.**

Сучасні мембранні технології, вживані для водопостачання і водовідведення, розділяють на мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію і зворотний осмос.

Суть всіх мембранних методів полягає у фільтруванні оброблюваної води під певним тиском через елементи, що фільтрують, володіють різним ступенем затримання забруднень.

Спосіб зворотного осмосу полягає у фільтруванні розчинів під тиском крізь напівпроникні мембрани, які пропускають розчинник (воду) і повністю або частково затримують молекули або іони розчинених речовин.

Незважаючи на певні недоліки, спосіб зворотного осмосу застосовують для опріснення мінералізованих природних і стічних вод. Перевагою зворотного осмосу є те, що він відбувається без фазових перетворень і енергія здебільшого витрачається на створення підвищеного тиску над розчином та його продавлювання крізь мембрану. При цьому витрати енергії мінімальні.

Ефективність баромембранного очищення води залежить від властивостей мембран, робочого тиску, температури, природи і концентрації очищуваних домішок, концентраційної поляризації, гідродинамічних умов та конструктивного оформлення апарата. Істотний вплив на проникність і селективність у процесі очищення води має взаємодія останньої з матеріалом мембрани, тобто її гідрофільність.

Тема 8. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОГО ТА БІОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

- 1. Суть і сфери застосування біологічного очищення води.**
- 2. Аеробні процеси очищення води від органічних речовин.**
- 3. Анаеробні процеси очищення води.**
- 4. Технологія біологічного очищення води.**
- 5. Переробка осадів стічних вод.**

Суть біологічного очищення води полягає у застосуванні природних біоценозів гідробіонтів для звільнення забрудненої води від небажаних домішок. До складу біоценозів гідробіонтів входять мікроорганізми та інші представники тваринного й рослинного світу, які проживають в активному мулі, біоплівці та в очищуваній воді.

Біологічні способи застосовують для очищення промислових і комунально-побутових стічних вод від органічних речовин, які використовують

мікроорганізми як джерело живлення та енергії. При цьому відбувається деструктивне розкладання - окиснення за аеробного та відновні процеси з утворенням метану за анаеробного очищення.

Біологічне вилучення домішок з води за допомогою мікроорганізмів може відбуватися як за наявності кисню (аеробні окисні процеси), так і без нього (анаеробні відновні процеси).

У результаті біологічного очищення стічних вод утворюються осади, різні за своїм складом і властивостями.

Кінцевою метою переробки осадів стічних вод є перетворення їх на нешкідливий продукт, який не завдаватиме шкоди довкіллю і його можна використовувати для різних господарських потреб.

Тема 9. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЕСТРУКТИВНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ

- 1. Обробка води сильними окислювачами.**
- 2. Використання випромінювань для обробки води.**
- 3. Електрохімічна деструкція забруднень.**
- 4. Магнітна обробка води.**

У разі неможливості або недоцільності вилучення домішок з води іншими методами використовують деструктивні методи: окислювальні, термоокиснювальні, а також електрохімічне та радіаційне окиснення.

До термоокиснювальних методів належать парофазне, рідкофазне окиснення, а також парофазне каталітичне окиснення. Зміст цих методів полягає в окисненні домішок киснем повітря за підвищеної температури. Часто ці методи є єдиними надійними прийомами знешкодження стічних вод, які містять відносно великі кількості сумішей токсичних речовин.

Найбільш поширеними окислювачами в практиці очищення води є хлор і озон; іноді застосовують бром, йод, іони благородних металів.

Для деструкції речовин, що забруднюють воду, є сенс використовувати ті види випромінювань, енергія яких достатня для розриву зв'язків в молекулах, або для іонізації атомів речовин. Крім того, можуть використовуватися випромінювання, які пригніблюють життєдіяльність мікроорганізмів.

Електрохімічне очищення води часто економічно доцільніше, ніж інші методи їх знешкодження. Під час електрохімічного очищення в електролізері відбувається декілька процесів: окиснення на аноді, електрокоагуляція, електрофорез колоїдних часточок, електрофлотація.

2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗМ 1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГЕТЕРОГЕННИХ ДОМІШОК

Тема 1. СКЛАД, ХАРАКТЕРИСТИКА ДОМІШОК І ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД

Контрольні запитання

1. Які сполуки входять до складу природної води?
2. Що таке гідравлічна крупність?
3. От чого залежить ступінь забрудненості води?
4. Назвіть основні класифікації природних вод.
5. Які бувають підземні води за ступенем мінералізації?
6. Суть класифікації природних вод по О. А. Алекину.
7. Які розрізняють групи показників якості води?
8. Назвіть і дайте характеристику фізичних показників якості води.
9. Назвіть і дайте характеристику хімічних показників якості води.
10. Назвіть і дайте характеристику біологічних показників якості води.
11. Назвіть і дайте характеристику бактеріологічних показників якості води.
12. Як оцінюється інтенсивність запахів і присмаків води?
13. Дайте характеристику окислюваності води.
14. Основні показники ДСанПіН.
15. Як сапробні організми характеризують якість води?
16. От чого залежить бактерійна зараженість води?
17. Які умови існування аеробних і анаеробних мікроорганізмів?
18. Які чинники роблять вплив на мікроорганізми?
19. На якій характеристиці домішок побудована класифікація Л. А. Кульського?
20. Дайте характеристику домішок першої групи за класифікацією Л. А. Кульського і назвіть методи їх видалення.
21. Дайте характеристику домішок другої групи за класифікацією Л. А. Кульського і назвіть методи їх видалення.
22. Дайте характеристику домішок третьої групи за класифікацією Л. А. Кульського і назвіть методи їх видалення.
23. Дайте характеристику домішок четвертої групи за класифікацією Л. А. Кульського і назвіть методи їх видалення.

Тема 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН МЕХАНІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Контрольні запитання

1. На які категорії діляться завислі речовини за хімічним складом?
2. На що впливає той факт, що глинисті частинки мають амфотерні властивості?
3. Якими показниками виражається концентрація завислих речовин?
4. Чому дорівнює приведений діаметр частинки?

5. Чому дорівнює показник сферичності частинки?
6. Чому дорівнює гідравлічна крупність частинки?
7. Чим відрізняються монодисперсні та полідисперсні суспензії?
8. Охарактеризуйте процес вільного осадження.
9. Охарактеризуйте процес зв'язаного осадження.
10. З якою метою будують криві випадання суспензії?
11. Від яких параметрів залежить час випадання суспензії?
12. Для чого може бути використана подібність кривих випадання суспензії, отримуваних при різних величинах висот осадження?
13. Назвіть застосовувані типи відстійників?
14. Як можна розрахувати ефект осадження суспензії?
15. На чому ґрунтується принцип дії гідроциклонів?
16. Які переваги мають гідроциклони?
17. Як працюють відкриті та напірні гідроциклони?
18. Опишіть конструкцію центрифуги?
19. Опишіть суть процесу електрофільтрування.
20. Як працюють прояснювачі із шаром завислого осаду?
21. Які параметри забезпечують стабільну роботу прояснювачів із завислим шаром?
22. Охарактеризуйте межі існування завислого шару.
23. Як відбувається видалення надлишкового осаду із завислого шару в прояснювачах?
24. Опишіть конструктивні особливості прояснювачів із завислим шаром.

Тема 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ З ВОДИ МЕТОДОМ ФЛОТАЦІЇ І ЕЛЕКТРОФЛОТАЦІЇ

Контрольні запитання

1. Що таке флотація?
2. Сфера застосування і особливості процесу флотації
3. Змочуваність частинок.
4. Опишіть апарати для розчинення газів в рідинах.
5. Яким чином досягається інтенсифікація процесу флотації?
6. Як впливають поверхнево-активні речовини на процес очищення води флотацією?
7. Якими способами можливе насичення води бульбашками?
8. Які умови необхідно дотримувати при диспергуванні повітря через пористі матеріали?
9. Як відбувається утворення бульбашок з пересиченого розчину газу?
10. Чи є можливим утворення бульбашок газу при хімічних реакціях?
11. Утворення бульбашок якого газу, використовуваних для флотації, відбувається при електролізі води?
12. Від яких чинників залежить вибір способу отримання бульбашок газу, а отже і механізму флотації?
13. За яким параметром ведуть розрахунок флотаційних споруд?
14. Які схеми флотаційного очищення застосовують на практиці?

15. Які елементи входять до складу флотаційних установок?
16. Назвіть основні характеристики вживаних камер-флотаторів.
17. Яким чином проводять видалення піни з флотатора?

Тема 4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ ФІЛЬТРУВАННЯМ

Контрольні запитання

1. Опишіть механізм видалення домішок фільтруванням?
2. Чим відрізняються поверхневе та об'ємне фільтрування?
3. Які параметри впливають на вибір фільтруючого матеріалу?
4. Як і з якою метою проводять ситовий аналіз фільтруючого матеріалу?
5. Як визначають еквівалентний діаметр зерен фільтруючого матеріалу?
6. Який фільтруючий матеріал є найбільш поширеним?
7. Назвіть застосовувані фільтруючі матеріали?
8. Яка з існуючих теорій процесу очищення води фільтруванням набула найбільше визнання?
9. За допомогою яких сил відбувається витягання домішок з води і їх закріплення на зернах завантаження?
10. Яке значення має час захисної дії завантаження?
11. Яке значення має час досягання граничної втрати напору?
12. На що впливає різне співвідношення між часом захисної дії завантаження та часом досягання граничної втрати напору?
13. Що таке «фільтроцикл»?
14. Що характеризує питомий опір завантаження?
15. Назвіть принципи підвищення трудомісткості фільтрів.
16. Як здійснюють фільтрування у напрямі убування крупності зерен завантаження?
17. Як можна досягти ущільнення і зміцнення осаду в порах завантаження?

Тема 5. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ З ВОДИ ТОНКОДИСПЕРСНИХ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН І КОЛОЇДІВ МЕТОДАМИ АГРЕГАЦІЇ ДОМІШОК

Контрольні запитання

1. Чому виникають труднощі при видаленні домішок, які зумовлюють каламутність і кольоровість води?
2. Як впливають на дрібні часточки електроліти-коагулятори?
3. У чому полягає суть процесу коагуляційного очищення води?
4. На що вказує седиментаційна стійкість дисперсії?
5. На що вказує агрегативна стійкість дисперсії?
6. Які сили діють між колоїдними часточками?
7. Назвіть правило Шульце-Гарді.
8. Охарактеризуйте електростатичні сили відштовхування часточок?
9. Як виникає подвійний електричний шар?
10. Назвіть потенціали подвійного електричного шару?
11. Яке значення у теорії коагуляції має електрокінетичний потенціал?

12. Як можна змінити структуру подвійного електричного шару?
13. Охарактеризуйте сили притягання часточок?
14. Як визначається енергія взаємодії дисперсних часточок?
15. Як відбувається гетерокоагуляція?
16. Як відбувається взаємна коагуляція?
17. Опишіть механізм очищення води коагулянтами.
18. Назвіть найбільш поширені коагулянти
19. Опишіть дію сульфату алюмінію.
20. Від чого залежить швидкість коагуляції?
21. Як змінюється каламутності води в процесі коагулювання?
22. З яких операцій складається технологія очищення води коагулянтами?
23. Від чого залежить доза коагулянту?
24. Як визначають дозу коагулянта?
25. Опишіть принцип контактної коагуляції.
26. Які речовини є флокулянтами?
27. Опишіть кінетику і механізм флокуляції.
28. Як відбувається флокуляція дисперсій?
29. Які є способи інтенсифікації процесу коагуляції і флокуляції?
30. Як здійснюють роздільне коагулювання?
31. Як здійснюють концентроване коагулювання?
32. Як здійснюють фракційне коагулювання?
33. Як здійснюють переривчасте коагулювання?
34. Яке значення має перемішування при коагулюванні?
35. Що таке селективна флокуляція?

ЗМ 1.2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГОМОГЕННИХ ДОМІШОК

Тема 6. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АДСОРБЦІЙНОГО І ІОНООБМІННОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Контрольні запитання

1. Дайте визначення процесу адсорбції.
2. Які домішки виділяють за допомогою адсорбції?
3. Як відбувається фізична адсорбція?
4. Як відбувається активована адсорбція?
5. Як відбувається хімічна адсорбція?
6. На що впливає питома адсорбційна ємність?
7. Які матеріали можуть бути застосовані як адсорбенти?
8. Які пори мають адсорбенти?
9. Охарактеризуйте вуглецеві сорбенти.
10. Охарактеризуйте синтетичні полімерні сорбенти.
11. Охарактеризуйте мінеральні сорбенти.
12. Для чого проводять регенерацію сорбентів?

13. Назвіть способи регенерації сорбентів?
14. Охарактеризуйте особливості процесу адсорбції.
15. Що характеризує статична активність сорбенту?
16. Що характеризує динамічна активність сорбенту?
17. Коли настає рівновага при адсорбції?
18. Які постулати покладені в основу теорії мономолекулярної адсорбції?
19. Охарактеризуйте ізотерму адсорбції Ленгмюра.
20. Які стадії виділяють при адсорбції речовин?
21. Які апарати застосовують для адсорбційного очищення води?
22. Як працюють апарати зі щільним нерухомим шаром сорбенту?
23. Як працюють апарати з примусовим перемішуванням сорбенту?
24. Як працюють апарати із псевдозрідженим («киплячим») шаром сорбенту?
25. Як застосовують іонообмінні процеси у водопідготовці та водоочищенні?
26. Яку будову мають іоніти?
27. Охарактеризуйте катіоніти.
28. Охарактеризуйте аніоніти.
29. Що характеризує статична обмінна ємність іоніту?
30. Що характеризує динамічна обмінна ємність іоніту?
31. Що характеризує повна динамічна ємність іоніту?
32. Як проходить процес регенерації іонообмінних смол?
33. Як можна утилізувати відпрацьовані регенераційні розчини?
34. Охарактеризуйте особливості іонообмінного процесу.
35. Опишіть технологію іонообмінної підготовки води.

Тема 7. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БАРОМЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Контрольні запитання

1. Назвіть мембранні технології, вживані для водопостачання і водовідведення.
2. Які переваги мають мембранні технології при очищенні води?
3. У чому полягає суть всіх мембранних методів?
4. Опишіть принцип зворотного осмосу.
5. Які недоліки має зворотний осмос?
6. Яким вимогам мають відповідати баромембранні установки?
7. Опишіть принцип ультрафільтрації.
8. Опишіть принцип нанофільтрування.
9. Опишіть принцип мікрофільтрування.
10. Які вимоги ставлять до мембран?
11. Які застосовують мембрани?
12. Від чого залежить ефективність баромембранного очищення води?
13. Які основні фактори впливають на вибір матеріалу для виготовлення полімерної мембрани?
14. Як домішки впливають на їх затримування мембраною?
15. Які фактори впливають на ефективність затримування домішок мембранами?
16. Опишіть суть явища концентраційної поляризації.

Тема 8. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОГО ТА БІОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Контрольні запитання

1. У чому полягає суть біологічного очищення води?
2. Чим відрізняються аеробні та анаеробні процеси?
3. Які забруднення видаляють при біологічному очищенні води?
4. Від яких факторів залежить ефективність перебігу процесів біологічного очищення?
5. Як протікають аеробні процеси очищення води від органічних речовин?
6. Опишіть принцип роботи аеротенку.
7. Як може протікати біологічне окиснення речовин?
8. Як протікають анаеробні процеси очищення води від органічних речовин?
9. Опишіть технологію біологічного очищення води.
10. Опишіть принцип роботи біофільтрів.
11. Які є види аеротенків.
12. Які осади утворюються при очищенні стічних вод?
13. Які застосовують технологічні операції обробки осадів стічних вод?
14. Як досягається стабілізація осадів?

Тема 9. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЕСТРУКТИВНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ

Контрольні запитання

1. До яких процесів застосовують термін «окиснення»?
2. До яких процесів застосовують термін «відновлення»?
3. Як проходить окисно-відновна реакція?
4. Які параметри характеризують окисно-відновну здатність системи?
5. Які окиснювачі застосовують в практиці очищення води?
6. Як протікає знешкодження домішок води хлором або його сполуками?
7. Для чого і як будують криві хлоропоглинальності?
8. Як визначають дозу хлору?
9. Від чого залежить вид кривої хлоропоглинальності?
10. Як застосовують сполуки Мангану для окиснення ряду органічних речовин?
11. Як застосовують пероксид гідрогену як окисник?
12. Охарактеризуйте озон як окисник.

РЕКОМЕНДОВАНИЙ СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – К. : Вища школа, 2005. – 674 с.
2. Куликов Н. И. Теоретические основы очистки воды : учеб. пособие / Н. И. Куликов, А. Я. Найманов, Н. П. Омельченко, В. Н. Чернышев. – Донецк : Ноулидж, 2009. – 299 с.
3. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підруч. / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К. : Лібра, 2000. – 552 с.
4. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай, В. О. Орлов. – Рівне : РДТУ, 2001. – 429 с.
5. Григорьева Л. С. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод / Л. С. Григорьева. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2011. – 152 с.
6. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою / В. О. Орлов. – Рівне : НУВГП, 2005. – 163 с.
7. Орлов В. О. Технологія підготовки питної води : навч. посіб. / В. О. Орлов, А. М. Орлова, В. О. Зошук. – Рівне : НУВГП, 2010. – 176 с.
8. Горев Л. Н. Радиоактивность природных вод: Навч. посібник / Л. Н. Горев, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К. : Вища шк., 1993. – 174 с.
9. Миклашевский Н. В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры / Н. В. Миклашевский, С. В. Королькова. – С.-Пб.: ВНУ-Санкт-Петербург, изд. группа «Арлит», 2000. – 240 с.
10. Коростелев Д. П. Водный режим и обработка радиоактивных вод от атомных электростанций / Д. П. Коростелев. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 240 с.
11. Слесаренко В. Н. Опреснение морской воды / В. Н. Слесаренко. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 278 с.
12. Смагин В. Н. Обработка воды методом электродиализа / В. Н. Смагин. – М. : Стройиздат, 1986. – 170 с.
13. Аюкаев Р. Н. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды / Р. Н. Аюкаев, В. З. Мельцер. – Л. : Стройиздат, 1985. – 120с.
14. Запольский А. К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды / А. К. Запольский, А. А. Баран. – Л. : Химия, 1987. – 204 с.
15. Яковлев С. В. Технология электрохимической очистки воды / С. В. Яковлев, И. Г. Красноборожье, В. М. Рогов. – Л. : Стройиздат, 1987. – 312 с.
16. Яковлев С. В. Биологические процессы в очистке сточных вод / С. В. Яковлев, Т. А. Карюхина. – М. : Стройиздат, 1980. – 200 с.
17. Журба М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружение / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова – М. : АСВ, 2004. – в 3х т.
18. Цифровий репозиторій ХНАМГ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eprints.kname.edu.ua>.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи
з дисципліни

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ
ВОДОПІДГОТОВКИ**

*(для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
(спец. «Водопостачання та водовідведення»))*

Укладач: **СОРОКІНА** Катерина Борисівна

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. Б. Сорокіна*

План 2013, поз. 97М

Підп. до друку 04.09.2013
Друк на ризографі.
Зам. №

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

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М.Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.