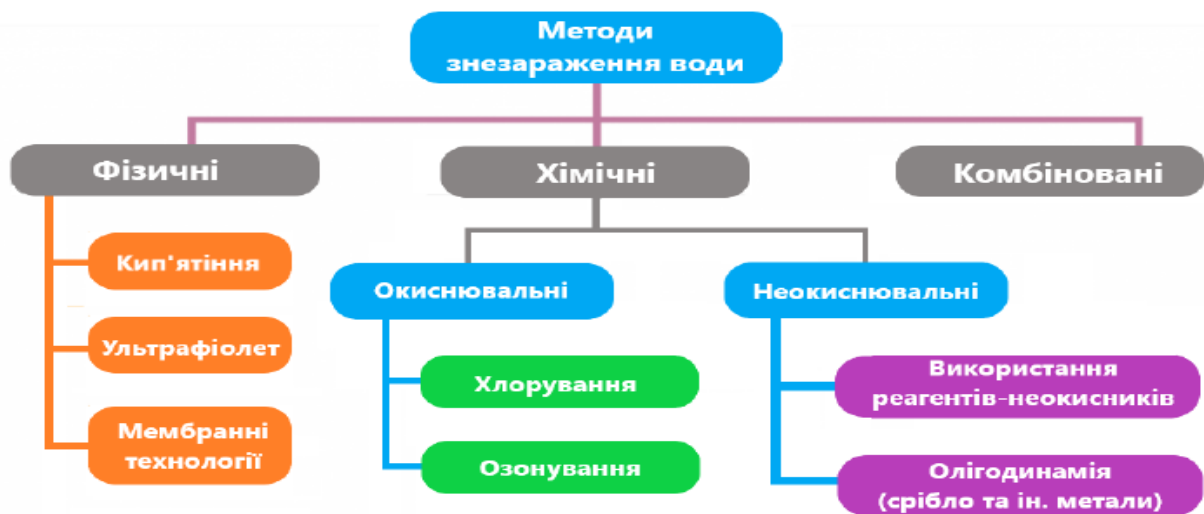
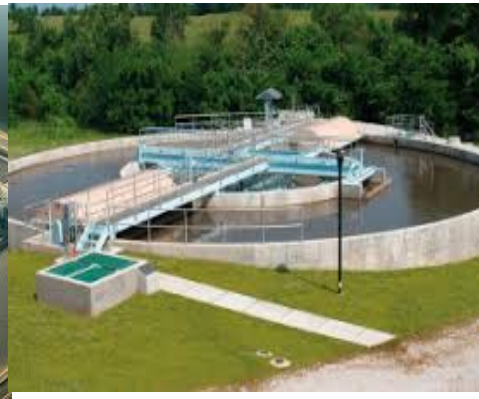


Споруди та обладнання для водозабезпечення міської забудови



Лекції-16 год
Практичні заняття-14 год
Лабораторні-30 год
Самостійна робота-120



ТЕМИ КУРСУ

Змістовий модуль 1. Загальні питання проектування водоочисних комплексів.

Змістовий модуль 2. Методи флотації та флокуляції.

Змістовий модуль 3. Споруди та обладнання реагентного господарства.

Змістовий модуль 4. Споруди для прояснення води.

Змістовий модуль 5. Методи поліпшення якості природної води. Споруди та обладнання.

Змістовий модуль 6. Сучасні технології водопідготовки питної води



Лекція. Водочисні комплекси

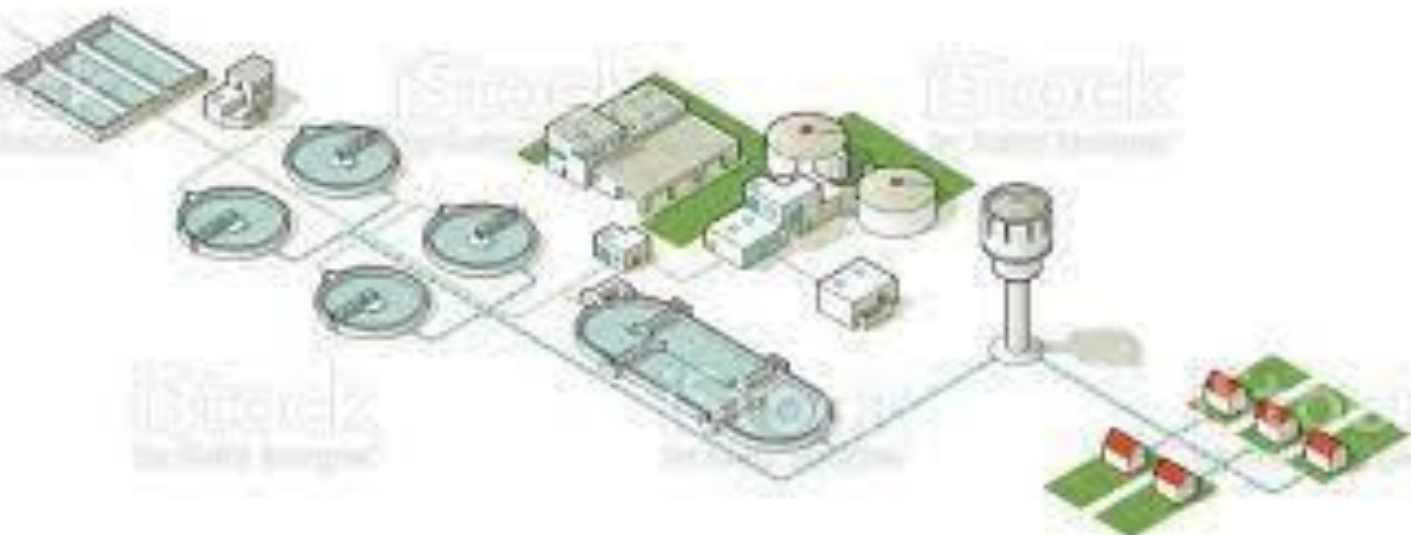
1. Обґрунтування вибору схеми водочисного комплексу.
2. Основні принципи планування генплану та висотної схеми.
3. Підсобні та допоміжні споруди та приміщення водочисного комплексу.
4. Класифікація вод.
5. Основні критерії для вибору технологічної схеми та складу споруд.
6. Технологічні схеми поліпшення якості води.

1.

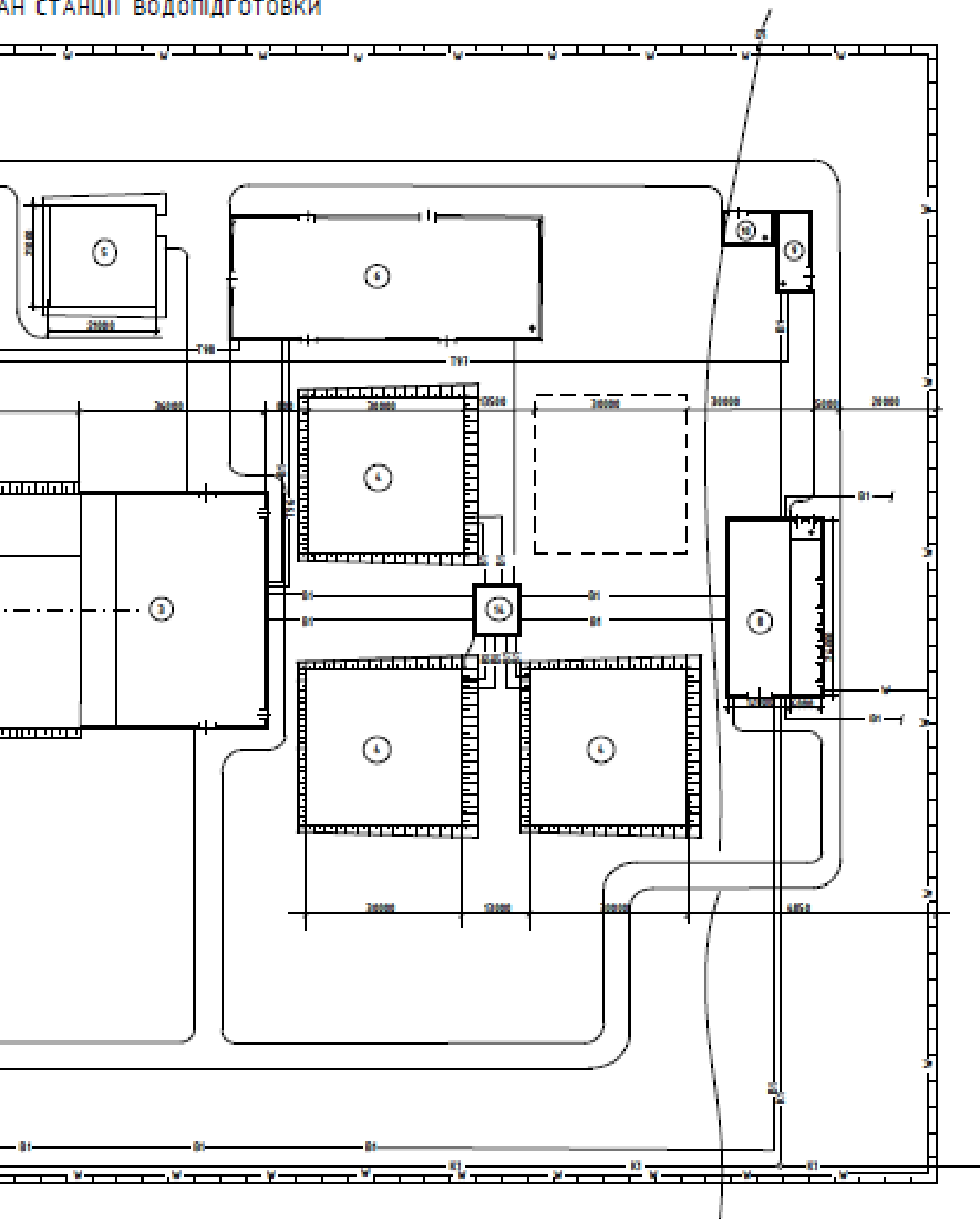


2.

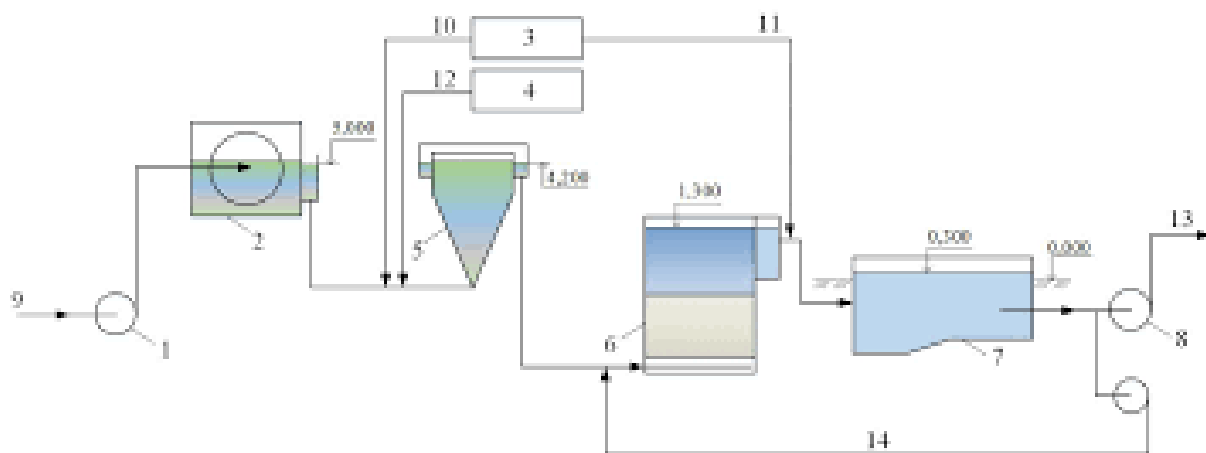
Основні вимоги до розміщення споруд



АН СТАНЦІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ

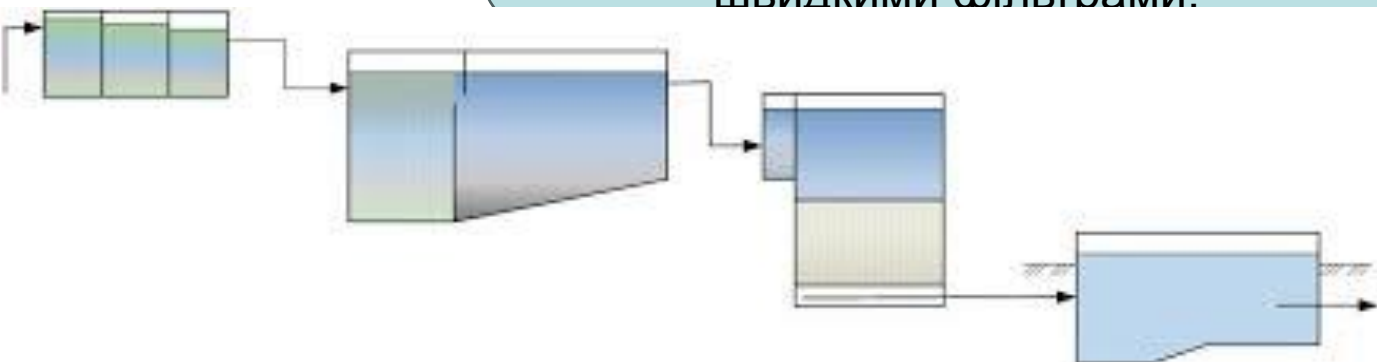


З одноступеневою
схемою обробки
води



З двоступеневою
схемою обробки
води

- 1) з горизонтальними відстійниками і швидкими фільтрами;
- 2) освітлювачами із шаром завислого осаду і швидкими фільтрами;
- 3) з вертикальними відстійниками і швидкими фільтрами.



з трьохступеневою схемою обробки води

4.

Підземні води

За умовами залягання розрізняють типи підземних вод:

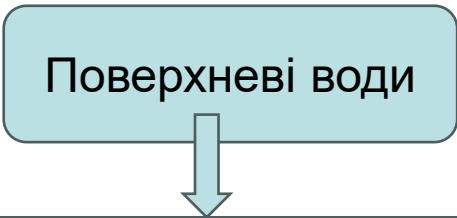
- верховодка;
- ґрунтові;
- артезіанські.

Верховодка — підземні води, які залягають в обсязі поверхні H_2O , характерна непостійність розташування і дебіту.

Артезіанські води можуть бути напірними і не напірними. Як джерело водопостачання використовуються напірні артезіанські води.

Ґрунтові води — залягають в першому водоупорному горизонті нижче верховодки, характеризуються постійним дебітом

Поверхневі води



За природою розчинних солей (аніонів) поверхневі води поділяються на три класи:

- гідрокарбонатні води — р.Дніпро;
- сульфатні води — р.Сіверський Донець;
- хлоридні води.

Є приблизно 625 класів води. Зараз найбільше використовуються класифікаційні системи

- Шукарєва;
- Альокіна;
- Кульського;
- Перермана.
- Фірма «Ром і хаас».

Система класифікації Шукарєва заснована на принципі переважання трьох головних катіонів — Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , трьох головних аніонів — Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- .

Класифікація Альокіна
заснована на класифікації за
переважними

йонами і відношенням між
ними. Всі йони поділяються
на три класи:

- гідрокарбонатні;
- сульфокарбонатні;
- хлоридні.

Класифікація Перермана виділяє шість
головних токсонів, кожен з
яких відповідає кожному критерію:

1. група— відповідає температурі;
2. тип — відповідає окисно-відновним умовам;
3. кластери— відповідає лужно-кислим умовам;
4. сімейство — відповідає загальній мінералізації;
5. рід — відповідає розчинним органічним речовинам;
6. вид— відповідає катіонам та аніонам H^+ та OH^- .

ДБН В.2.5 - 74:2013

пр. ДБН В.2.5 :20

Таблиця 11 - Умови забору води з поверхневих джерел водопостачання

Характеристика умов забору води	Умови забору води з поверхневих джерел водопостачання		
	каламутність, стійкість берегів і дна	шуга і ліл	інші чинники
1	2	3	4
Легкі	Каламутність ≤ 862 НОК (≤ 500 мг/дм ³), стійке ложе водойми і водотоку	Відсутність внутрішньоводного льодоутворення. Льодостав помірної ($\leq 0,8$ м) потужності, стійкий	Відсутність у джерелі водопостачання водоростей, балануса, біологічного обростання двостулковими моллюсками, дрейсною, мідіями, моховатками та губками, мала кількість забруднень і сміття
Середні	Каламутність ≤ 2586 НОК (≤ 1500 мг/дм ³) (середня за паводок). Русло (узбережжя) і береги стійкі із сезонними деформаціями $\pm 0,3$ м. Вздовжберегове переміщення наносів не впливає на стійкість підводного схилу постійної крутості	Наявність внутрішньоводного льодоутворення, що припиняється із установленням льодоставу звичайно без шугозаповнення русла і утворення шугозажорів. Льодостав стійкий потужністю $< 1,2$ м, що формується з ополонками	Наявність сміття, водоростей, балануса, біологічного обростання двостулковими моллюсками, дрейсною, мідіями, моховатками та губками, у кількостях, що викликають перешкоди в роботі водозабірних споруд. Лісосплав молевий і плотами. Судноплавство
Важкі	Каламутність ≤ 8621 НОК (≤ 5000 мг/дм ³). Русло рухливе з переформуванням берегів і дна, що викликає зміну відміток дна до 1-2 м. Наявність переробки берега із вздовжбереговим переміщенням наносів по схилу змінної крутості	Льодовий покрив, що неодноразово формується, з шугоходами та шугозаповненням русла при льодоставі до 60-70 % перетину водотоку. В окремі роки з утворенням шугозажорів у передльодоставний період і льодових заторів навесні. Ділянки нижнього б'єфу ГЕС у зоні нестійкого льодового покриття. Нагин шугольоду на берег з утворенням навалів на береги, торосів і шугозаповненням узбережної зони	Те саме, але в кількостях, що ускладнюють роботу водозабірних споруд і споруд водопроводу

Примітка. Загальна характеристика умов забору води визначається за найбільш важкими чинниками, що перешкоджають роботі водозабірних споруд.

ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.

Таблиця 14 - Рекомендації для попереднього вибору споруд для освітлення знебарвлення води

Основні споруди	Умови застосування			
	Каламутність, НОК (мг/лм³)		Забарвленість, град	
	вихідна вода	очищена вода	вихідна вода	очищена вода
<i>Оброблення води із застосуванням коагулянтів і флокулянтів</i>				
Швидкі фільтри (одноступінчасте фільтрування): а) напірні				
	Не більше ніж 52 (30)	Не менше ніж 2,6 (1,5)	Не більше ніж 50	Не менше ніж 20
	Те саме 34 (20)	Те саме 2,6 (1,5)	Те саме 50	Те саме 20
б) відкриті				
Ультрафільтраційні установки	« 138 (80)	« 0,17 (0,1)	« 120	« 4
Вертикальні відстійники - швидкі фільтри	« 2586 (1500)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Горизонтальні відстійники - швидкі фільтри	« 2586 (1500)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Контактні префільтри - швидкі фільтри (двоступінчасте фільтрування)	« 517 (300)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Освітлювачі зі зваженим осадом - швидкі фільтри	Не менше ніж 86 (50) до 2586 (1500) включ.	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Два ступеня відстійників - швидкі фільтри	Понад 2586 (1500)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Контактні освітлювачі	Не більше ніж 207 (120)	« 2,6 (1,5)	« 70	« 20
Горизонтальні відстійники та освітлювачі зі зваженим осадом для часткового освітлення води	Те саме 2586 (1500)	Від 14(8) до 26(15) включ.	« 120	« 40
Крупнозернисті фільтри для часткового освітлення води	« 138 (80)	Не менше ніж 17 (10)	« 120	« 30
Радіальні відстійники для попереднього освітлення висококаламутних вод	Понад 2586 (1500)	Те саме 431 (250)	« 120	« 20

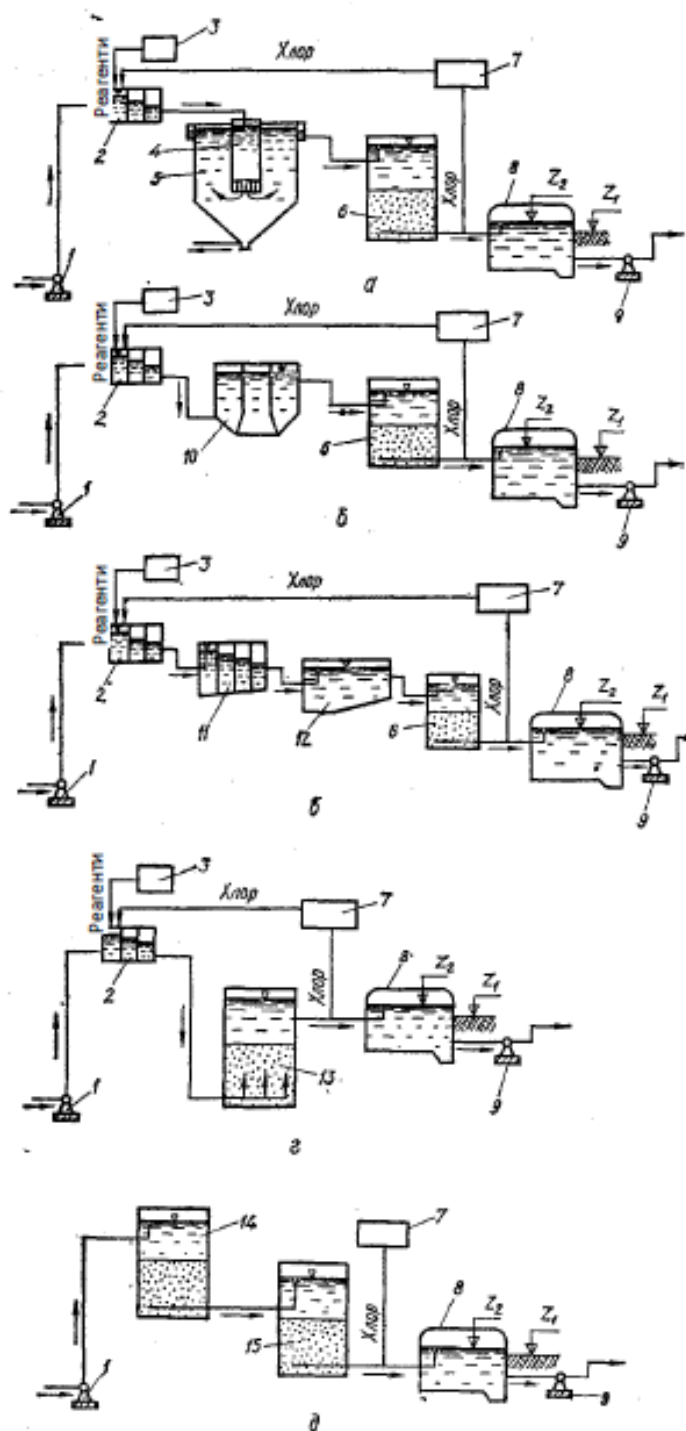


Рисунок 1 - Висотні схеми технологічних споруд водоочисних станцій:

а - з вертикальними відстійниками і швидкими фільтрами; б - з освітлювачами і швидкими фільтрами;

в - з горизонтальними відстійниками і швидкими фільтрами; г - з контактними освітлювачами; д - з префільтрами і повільними фільтрами.

1 - насосна станцій першого підйому;

2 - змішувачі; 3 - реагентне господарство; 4 - водоворотна камера прастівцеутворення; 5 - вертикальний відстійник; 6 - швидкі фільтри;

7 - хлораторна; 8 - резервуари чистої води; 9 - насосна станція другого підйому; 10 - освітлювачі з завислим осадом; 11 - камера пластівцеутворення;

Лекція. Типові рішення компоновання висотних схем та генпланів водоочищувального комплексу

1. Використання збірних залізобетонних конструкцій.
2. Типізація і стандартизація споруд.
3. Типові проекти та рішення.
4. Оборот промивних вод, технологічні схеми та споруди по обробці промивних вод та осадів.

Зони санітарної охорони :

1 зона - обгороджена парканом і озеленена, охорона, сигналізація (200 м. нагору і 100 м. униз від забору): для водозабірних споруд і майданчиків – забороняється будівництво, купання, випуск стічних вод, випас і водопій худоби, прання білизни, рибний лов, застосування добрив і ядохімікатів.

2 зона - для водоводів (забороняються ферми ближче 300 м, стійбища і випас худоби <100м).

Узгодження із СЭС. Склад хлору >300ч. від житлових і суспільних будинків.

Сторінка 77 БНіПу:

Висотна схема: втрати напору в спорудах:

Па барабанних сітках і мікрофільтрах: 0,4 - 0,6 м.

У змішувачі: 0,4-0,9 м.(гідр. 0,5-0,6 м., мех. 0,1-0,2 м.).

У гідравлічних камерах пластівцеутворення: 0,4-0,5 м. (мех. 0,1-0,2 м.).

У відстійниках: 0,7-0,8 м.

В освітлювачах зі зваженим осадом: 0,7-0,8 м,

В фільтрах: 3-3,5 м.

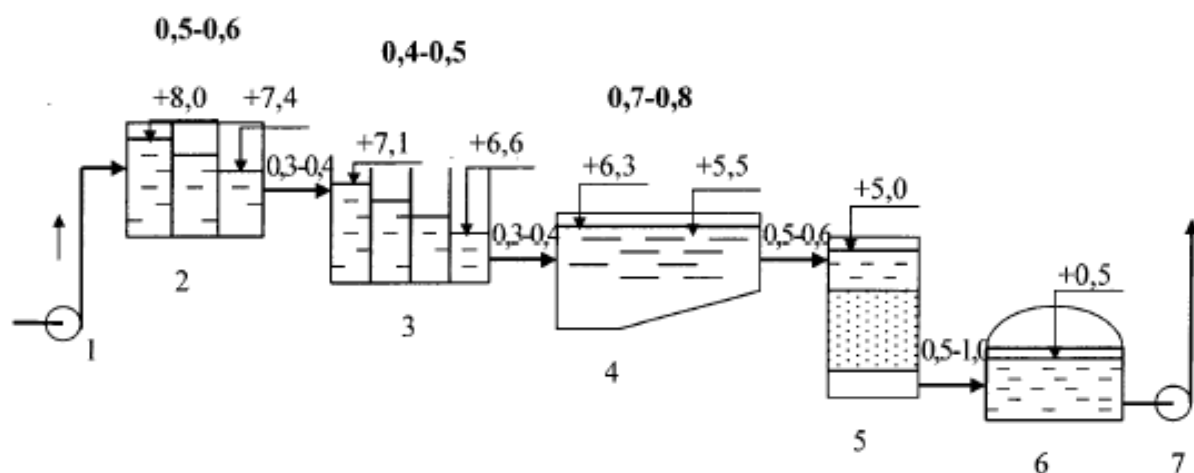
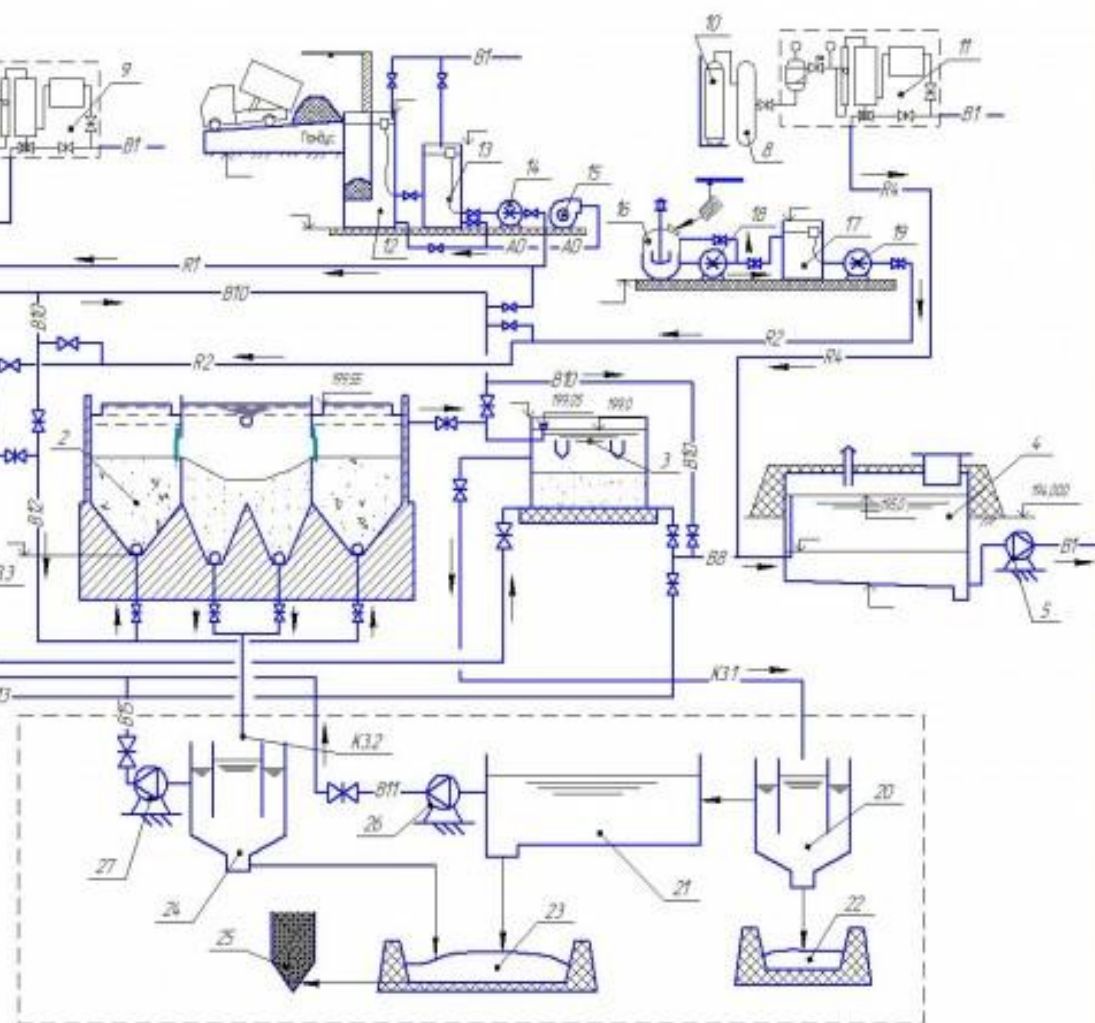


Рисунок 2 - Висотне розташування очисних споруд

- 1 - насос першого підйому;
- 2 - змішувач;
- 3 - камера пластівцеутворення;
- 4 - відстійник;
- 5 - фільтр;
- 6 - резервуар чистої води;
- 7 - насос другого підйому.

Мм/с

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА



№ п/п	Найменування
1	Вертикальний змішувач
2	Прямий насос із заданим шквар
3	Швидкий фільтр
4	РЧВ
5	Насос подачі води споживач
6	Прямий насос
7	Витратний бапон з хлором для
8	Прямий бапон
9	Хлоратор для первинного
10	Витратний бапон з хлором
11	Хлоратор для знезараження
12	Розчинний бак розчину ко
13	Витратний бак розчину ко
14	Насос-дозатор розчину ко
15	Компресор
16	Бак з мийками для затрим
17	Витратний бак флокулянт
18	Циркуляційно-перекач нас
19	Насос-дозатор розчину фі
20	Гіскоулобидач
21	Резервуар-цесеридиач
22	Гіскоулобидач
23	Накопичувач
24	Мультизмішувач
25	Полігон захоронення відхо
26	Насос подачі відстоюної пр
27	Насос подачі відстоюної пр

Позначення	Найменування
B1	Господарський
B7	Водопровід р
B8	Водопровід р
B10	Водопровід п
B11	Водопровід п
B12	Водопровід п
B13	Водопровід п
B14	Водопровід п
B15	Трубопровід від
K3.1	Вирканаліза
K3.2	Вирканаліза
K3.3	Переливний т
R1	Трубопровід п
R2	Трубопровід п
R3	Хлоропрвід д
R4	Хлоропрвід д
AO	Гідротрансп

Контрольні питання

1. Вибір схеми очистки води для господарсько-питних потреб.
2. Як очищують питну води із відкритих водоймищ?
3. Як очисні станції розрізняють за принципом течії води по спорудах?
4. Як приймається позначка площадки очисних споруд?

ЛЕКЦІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД

- 1 Показники якості природних вод
- 2 Іонізовані домішки природних вод
- 3 Природні органічні сполуки (ПОС)

мг/дм³=мг/л

діаметр
>1·10⁻⁴ мм.

1. Завислі речовини
2. *Мутність та прозорість.*
3. *Запах*
4. *Смак та присмак.*



Поріг сприйняття соляного розчину (відчуття солі):

Речовина	Розмірність, мг/дм ³
NaCl	165
CaCl ₂	470
FeCl ₂	0.35
MgSO ₄	250
FeSO ₄	1.6
NaHCO ₃	450

5. Кольоровість -



6. Мінералізація



7. Електропровідність

30- 1500 мкСм/см
(Сіменси/см)

Лужність — сумарна концентрація аніонів кислот і гідроксильних йонів, що містяться в воді.

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{3+} ,
 Mn^{2+}

8.Твердість ммоль/дм³

2.

Йони Na^{+} та K^{+} не утворюють розчинних солей, не підлягають гідролізу — відносяться до важкорозчинних у воді. ·

Йони Ca^{2+} і Mg^{2+} визначають твердість, мінімальна їх кількість у воді — 100 мг, максимальна — 200 г. ·

Йони NH_4^{+} у воді утворюються при розпаді органічних речовин, поступають у воду із стічних вод.

Присутність висококонцентрованого кисню O_2 призводить до окиснення сполук азоту у воді до нітрат-йонів; при недостатчі кисню — відновлення азотвмісних речовин до йонів NH_4^{+} . ·

Йони Fe^{2+} і Fe^{3+} знаходяться у підземних водах, Fe^{3+} — у поверхневих водах. ·

Йони Mn^{2+} — схожі на йони Fe^{2+} . Ці йони знаходяться у воді посезонно HCO_3^{-} .

Бікарбонат йони HCO_3^- - — одні з найважливіших йонів, що знаходяться у воді. З ними пов'язане поняття «вуглекислотна рівновага».

3.

Гумінові кислоти → *колоїдно розчинні фульвокислоти* → *істинно розчинні фульвокислоти*

Гуміни — залишок, що не вилучається із ґрунту, який нерозчинний при будь-якому значенні рН.

Гумінові кислоти — фракція, яка розчиняється при рН менше 2.

Фульвокислоти (кренові апокренові) — фракція, яка розчинна майже у всьому діапазоні рН.

Джерелом екстракції для гумусових речовин є торф, буре вугілля.

Гумінові кислоти є високомолекулярними сполуками і містять у складі ароматичне ядро та азотовмісні органічні сполуки як у циклічних формах, так і в периферійних. Гумінові кислоти можуть мати відновні властивості. Молекула гумінової кислоти — продукт конденсації ароматичних сполук з продуктами розпаду білка за участі речовин вуглеводневих груп.

Фульвокислоти — високомолекулярні сполуки, для яких характерний понижений (менше 50 %) вміст карбону

Ca^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} та утворених комплексних сполук з Fe^{2+} та Al^{3+} , р

Залежно від значення ОВП розрізняють кілька основних ситуацій, що зустрічаються в природних водах:

- | | |
|--|---|
| 1. <u>Окислювальна.</u> | Eh мВ редокс-
потенціал 400-
700 мВ |
| 2. <u>Перехідна окислювально-відновна.</u> | |
| 3. <u>Відновлювальна.</u> | |

- хімічне споживання кисню(ХСК) — визначається з використанням біхромату калію — біхроматна окисненість або перманганату калію — перманганатна окисненість. Розмірність — мгО/дм³.
- біохімічне споживання кисню (БСК) — визначає зниження органіки у воді в результаті біохімічних процесів протягом 5 днів (БСК-5) або 20 днів (БСК-20). Розмірність — мгО₂/дм³.
- вміст загальної органіки — визначається згорянням зразка води. Розмірність — мгС/дм³.

1. Яка відстань приймається між будівлями при продуктивності станції більше 1000 куб.м/доб?
2. Яка кількість споруд може бути відключена для для станцій потужністю до 10000м³/доб?
3. З яких споруд складаються станції водопідготовки з двохступеневою схемою обробки води?
4. З яких споруд складаються станції водопідготовки з одноступеневою схемою обробки води?

ЛЕКЦІЯ Метод флокуляції

1 Класифікація флокулянтів

Механізм нейтралізації заряду

Фактори, які впливають на процес флокуляції

1.

Флокуляція — процес, при якому дрібні частинки, що знаходяться у зваженому стані у рідкому чи газовому середовищі, утворюють рихлі пластівцеподібні скупчення — *флокули*.

Флокулянти поділяють на 3 групи:

1. Неорганічні — активний силікат натрію, активна кремнієва кислота.
 2. Природні органічні — крохмаль, білкові гідролізні дріжджі, картопляна мізга.
 3. Синтетичні органічні флокулянти — високомолекулярні
- Неіоногенні полімери ($-\text{OH}$, $=\text{C}=\text{O}$) — крохмаль, поліакрилонітрил, поліетиленоксид.
 - Аніонні флокулянти — полімери, що містять аніонні групи ($-\text{COOH}$, $-\text{CO}_2\text{H}$) — активна кремнієва кислота, поліакрилат натрій.
 - Катіонні флокулянти ($-\text{NH}_2$, $=\text{NH}-$) — сополімери вінілпіридину.
 - Амфотерні — полімери, що містять одночасно і аніоні, і катіонні групи — гідролізований ПАА, речовини білкового типу.

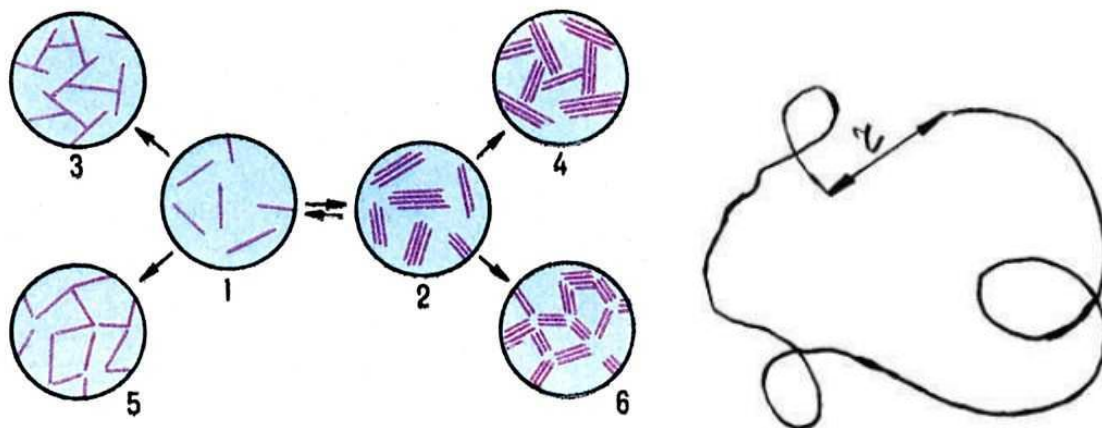


Рисунок 1 – Приклад випадкової конфігурації полімеру у водному розчині

Найбільш уживане поняття "діаметра" полімерної молекули є квадратний корінь із значення відстані "r". Для багатьох неіонних полімерів ця величина (в нм) $\approx 0,06 M^{1/2}$, де M - молекулярна маса. Для M



Рисунок 2 – Приклад розгорнутої конфігурації полімерного завитку

- Низькозаряджені — вміст іонних груп на 1 моль речовини складає приблизно 10%.
- Середньозаряджені — вміст іонних груп 25%.
- Високозаряджені — вміст іонних груп від 50% і вище.

Існує три види механізмів, які використовуються для флокуляції частинок полімерами:

1. Утворення мостів;
2. Нейтралізація заряду, включаючи електростатичні «заплати».
3. Вичерпання флокулюючої здатності. Використовується рідко.

2.

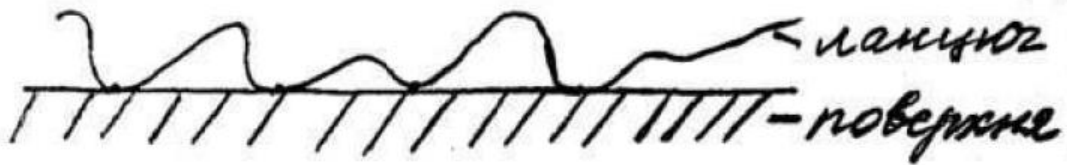
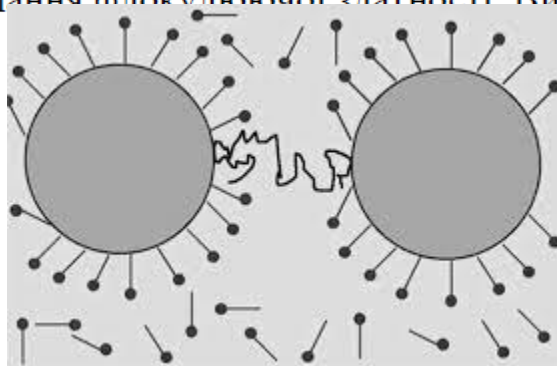


Рисунок 3 – Найбільш прийнята модель адсорбованого полімерного ланцюга

Зазвичай адсорбційну взаємодію зумовлюють:

1. Електростатична взаємодія;

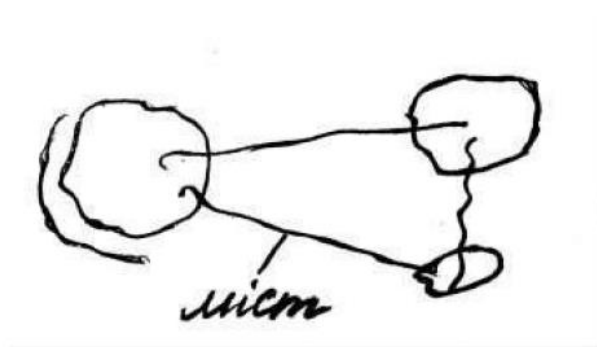


Рисунок 4 – Схема адсорбції довголанцюгових полімерів на частинках

3. 1 мг полімеру / 1 г зависі

Оптимальна флокуляція спостерігається при дозі ПЕ, яка необхідна для нейтралізації заряду частинки, тобто $\xi = 0$ (2005). ПЕ з високою щільністю заряду є більш ефективними. Так як високо зарядні полімери прагнуть адсорбуватись в плоскій конфігурації, залишається лише невелика можливість для прояву "місткового механізму". Часто буває, що досить низькомолекулярні ПЕ з високою щільністю заряду є дуже ефективними флокулянтами. Вони часто відомі як "коагулянти" на відміну від полімерних флокулянтів, що працюють по "містковому" механізму.

4. На швидкість та ефективність процесу флокуляції впливають наступні фактори:

- Концентрація частинок та властивості їх поверхні.
- Розчинені у воді домішки.
- Перемішування.
- Послідовність введення коагулянтів та флокулянтів.

$$\Phi = V/C_{\min},$$

Флокулююча дія високомолекулярних сполук (ВМС) залежить від наступних факторів:

1. Природа та кількість полімеру, який додається;
2. Молекулярна маса полімеру та його заряд;
3. Умова введення реагенту;
4. Вміст в системі дисперсної фази і електролітів.

Подача флокулянтів здійснюється:

- У камерах утворення пластівців та відстійниках. Флокулянти прискорюють формування пластівців та їх осадження, покращують ефект освітлення води, збільшують швидкість її руху в спорудах.
- В освітлювачі зі зваженими осадами. Флокулянт сприяє концентрації частинок у зваженому шарі, зменшує винесення зважених речовин при підвищенні швидкості потоку води.
- В фільтри і контактні освітлювачі. Флокулянти збільшують час захисної дії завантаження, покращують якість фільтрату, підвищують швидкість фільтрування і зменшують витрати промивної води.
- Перед відстійниками та освітлювачами. Флокулянти інтенсифікують роботу цих споруд.

ЛЕКЦІЯ Флотаційна обробка природних вод

1 Суть методу флотації

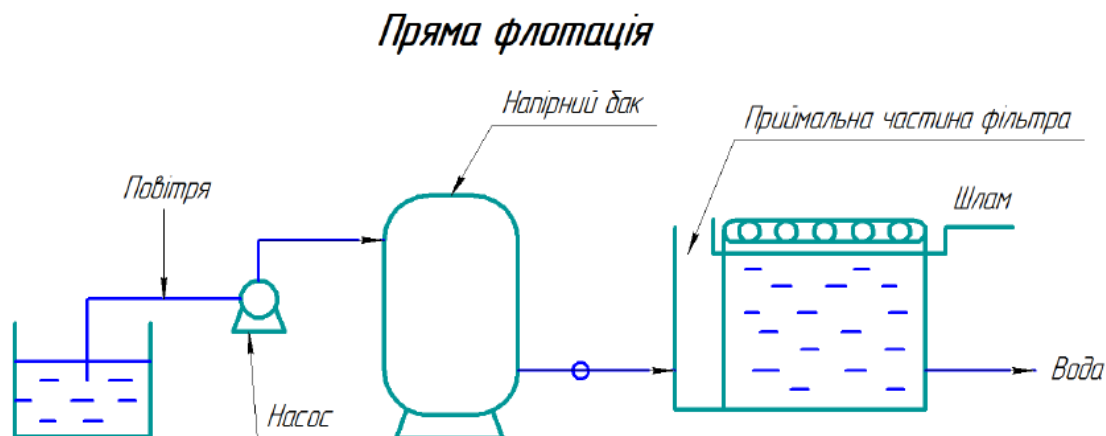
1.1 Класифікація флотореагентів

1.2 Стадії процесу флотації

2 Способи флотаційної обробки промислових стічних вод

3 Флотація при виділенні повітря з розчину

3.1 Напірна флотація



Флотаційні процеси визначають як процеси молекулярного прилипання частинок флотуючого матеріалу до поверхні поділу двох фаз - газу і води, які обумовлені надлишком вільної енергії поверхневих прикордонних шарів, а також особливими поверхневими явищами змочування, які виникають в місцях зіткнення трьох фаз: рідина - газ - тверде тіло, тобто по периметру змочування.

Флотореагенти — хімічні сполуки, що сприяють прилипанню бульбашок повітря до частинок і здійсненню флотації до визначених реагентів.

1. Збирачі – 2. Піноутворювачі · 3. Регулятори

Процес флотації можна розглядати як трьохстадійний:

- 1) поступове зближення мінеральної частинки з бульбашкою повітря, в той час як на частинці формується змочувальна плівка;
- 2) тоншення змочуваної плівки до тих пір поки не буде досягнуто нестабільний стан;
- 3) руйнування змочуваної плівки і утворення крайового кута, що забезпечує сильну адгезію частинки на поверхні повітряної бульбашки.

При достатньо великих розмірах частинок, швидкість флотації прямо пропорційна d^2 , де d — діаметр пухирця. При малих розмірах частинок швидкість флотації прямо пропорційна $d^{2/3}$. При коагуляції таких частинок ефективність їх флотаційного вилучення збільшується.

Розрізняють такі способи і прийоми флотаційної обробки стічних вод:

- 1) Флотація при виділенні повітря з розчину: а) вакуумні установки; б) напірні установки.
- 2) Флотація з механічним диспергуванням повітря: а) імпелерні установки; б) безнапірні установки; в) пневматичні установки.
- 3) Флотація при подачі повітря через пористі матеріали.
- 4) Електрофлотація
- 5) Хімічна флотація.

Флотація при виділенні повітря з розчину

Сутність його полягає в створенні пересиченого розчину повітря в воді. Повітря, яке виділилось з такого розчину утворює мікропухирці, які і флотують забруднення, що знаходяться у воді. Цей спосіб поділяють на вакуумну і напірну.

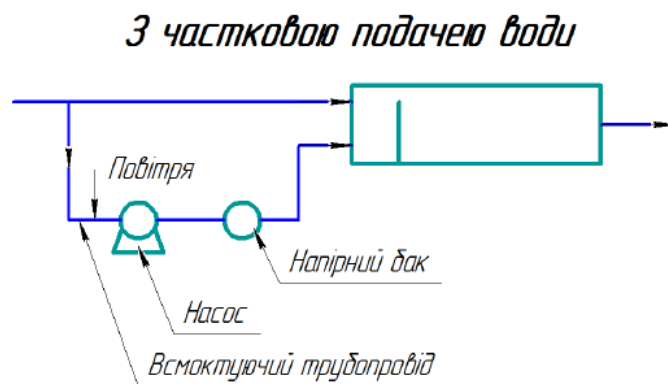
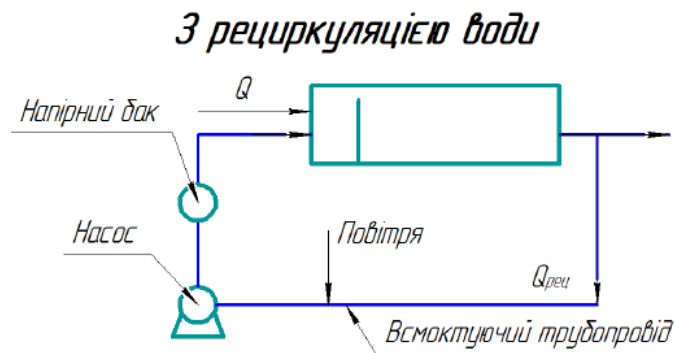
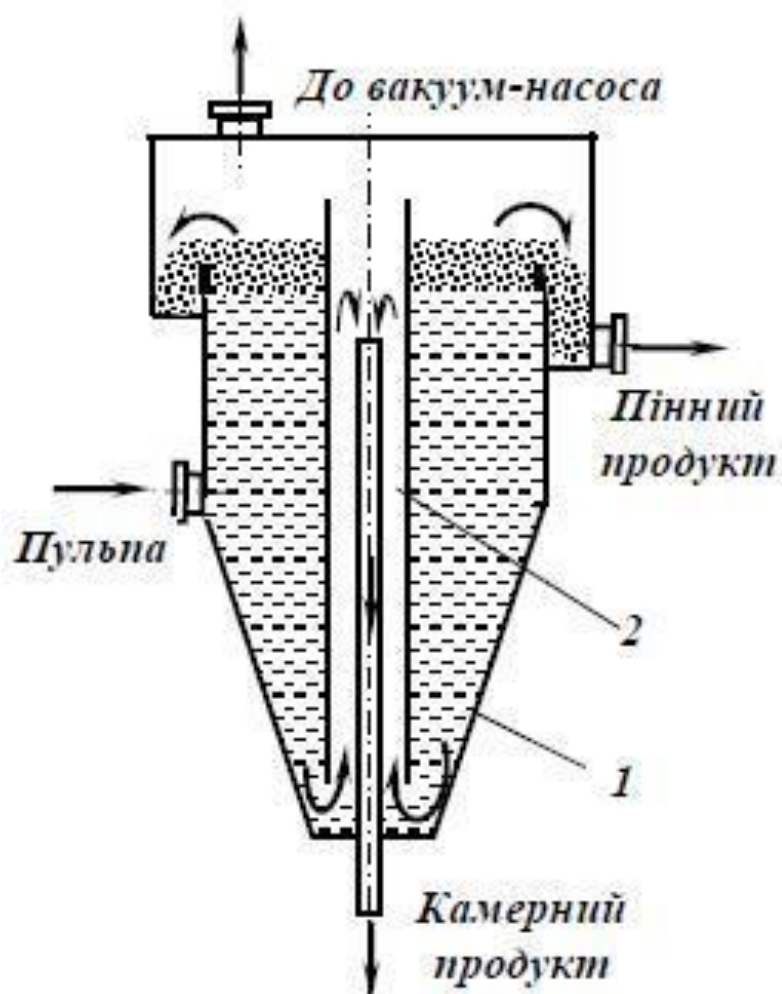


Рисунок 1 – Схеми напірної флотації



Лекція. Камери реакцій

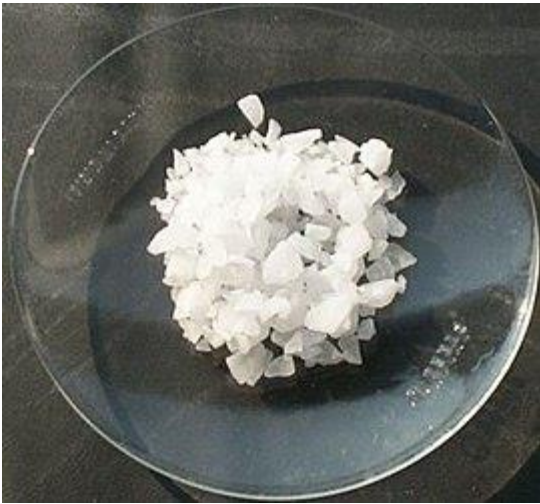
1. Призначення, область використання та класифікація камер реакцій.
2. Вибір типу камер реакції.
3. Використання критерія Кемпа та градієнта швидкості для оцінки ефективності роботи камери.

Тема Реагентне господарство

1. Реагенти, які використовуються в технології поліпшення якості води. Зберігання реагентів у сухому та рідкому вигляді.
2. Споруди, апаратура, обладнання для приготування та дозування суспензії, розчинів реагентів.

Алюміній сірчаноокислий (глинозем сірчаноокислий) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Глинозем сірчаноокислий марки БМ

Глинозем сірчаноокислий технічно очищений



містить не менш 40,3% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (не менш 13,5% Al_2O_3), не більш 1,5% заліза в перерахуванні на Fe_2O_3 і не більш 1% нерозчинних у воді домішок. Поставляється навалом чи у вигляді 45-50%-го розчину [по $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$], температура замерзання якого - 12градусів.

Общие	
Традиционные названия	серноокислый алюминий
Хим. формула	$\text{Al}_2\text{O}_{12}\text{S}_3$
Рац. формула	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Физические свойства	
Состояние	твердое
Молярная масса	342,15 г/ моль
Плотность	2,710 г/см ³ (безв.) 1,690 г/см ³ (18 водн.)
Термические свойства	
Температура	
• плавления	700 °C ^[1]
• кипения	1600 °C ^[2]
• разложения	580 °C

Алюмінат натрію NaAlO_2

Алюмінію оксихлорид $[\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Аміак рідкий NH_3

Амоній сірчаноокислий або сульфат амонію .

Гексаметафосфат натрію технічний $(\text{NaPO}_3)_6$

Гіпохлорит натрію NaClO

Залізо оксидне сірчаноокисле $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$

Вапно будівельне кальцієве

	Вміст CaO у %:	Вихід вапняного тіста в кг. на 1кг. Вапна (не менше)	Зміст непогасившихся зерен у % (не більш)
Вапно – негашене комове :			
I сорт	85	2,4	7,0
II сорт	70	2,0	10,0
III сорт	60	1,6	12,0
Вапно негашене мелене :			
I сорт	85		
II сорт	70		
III сорт	60		
Вапно – пушонка :			
I сорт	67		
II сорт	60		
Вапняне тісто :			
I сорт	67		
II сорт	60		
III сорт	50		

Кислота сірчана технічна H_2SO_4

Кислота соляна технічна HCl

Кислота фтористоводородна HF

Натрій кремнійфтористий технічний Na_2SiF_6

Натрій фтористий технічний NaF

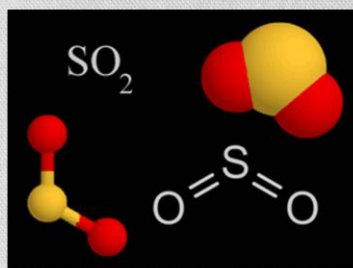
Оксид алюмінію

Поліакриламід технічний

Сірчастий ангідрид - SO_2 .

Діоксид сірки

- **Діоксид сірки**, SO_2 (інші назви: сульфітний ангідрид, сірчистий газ) — сірчаний ангідрид, утворюється під час згоряння сірки, сірководню, а також під час нагрівання різних сульфідів у потоці повітря або кисню.



Фізичні властивості :

Безбарвний газ, з різким
задушливим запахом

Важчий від повітря більше ніж у
два рази

При охолодженні до -10°C
діоксид сірки скраплюється в
безбарвну прозору рідину

Сода кальцинована Na_2CO_3

Сульфит натрію технічний, кристалічний $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Вугілля активні гранульовані:

А) марки БАУ - продукт обробки водяною парою березового чи букового вугілля; 3,5-5 мм. не більш 2,5%, 1-3,5мм. - 96,5%, менш 1 мм - не більш 8%.

Б) марки АГ-Н- продукт активації кам'яновугільного напівкоксу;

В) марки АГ-5- газовий дрібний.

Хлор рідкий Cl_2

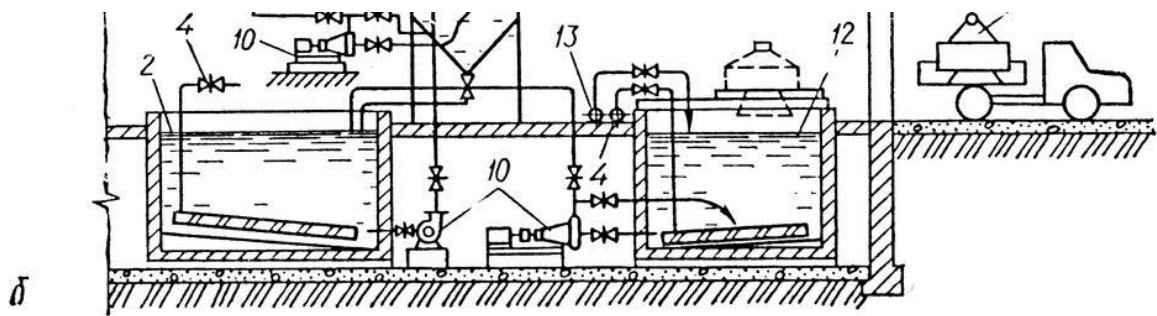


Схема водопідготовки



Обладнання реакгентного господарства

Пристрої для розчинення коагулянтів



Розчинні та витратні баки

Концентрація розчинів у перерахуванні на $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, %	15,7	17,1	18,2	19,5	20,75	21,1
Очищений коагулянт, %	30	33	35	37	40	45
Температура замерзання, °C	-5	-8	-9	-10	-11	-12

У розчинних баках на відстані 0,5 м. над дном влаштовуються колосникові ґрати з дощок, покладених на ребро з прозорами 12-15мм. Під ґратами розташовуються дірчасті труби для подачі стиснутого повітря. Труби виготовляються з поліетилену, вінілпласту, гуми (шланги)... Розподільчу систему розраховують на подачу 5 л/с стиснутого повітря на 1 м². У стінках труб передбачаються спрямовані вниз отвори діаметром 3-4 мм, швидкість виходу повітря з отворів повинна бути 20-25 м/с.

Пристрій для гасіння вапна і готування вапняного молока і розчину

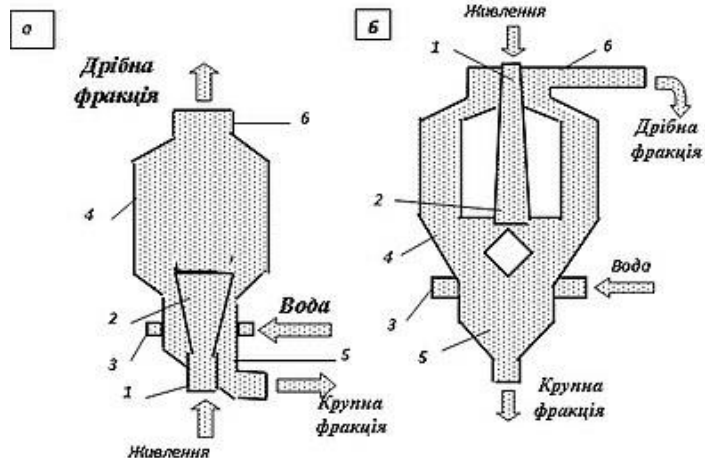
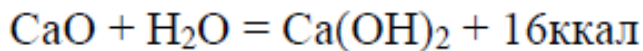


Рис. – Гідравлічні класифікатори з вертикальним потоком пульпи.
 а – прямотечієвий вертикальний класифікатор;
 б – протитечієвий вертикальний класифікатор.
 1 – живильна труба; 2 – дифузор; 3 – водний колектор; 4 – камера розділення; 5 – розвантажувальний конус; 6 – зливна труба.

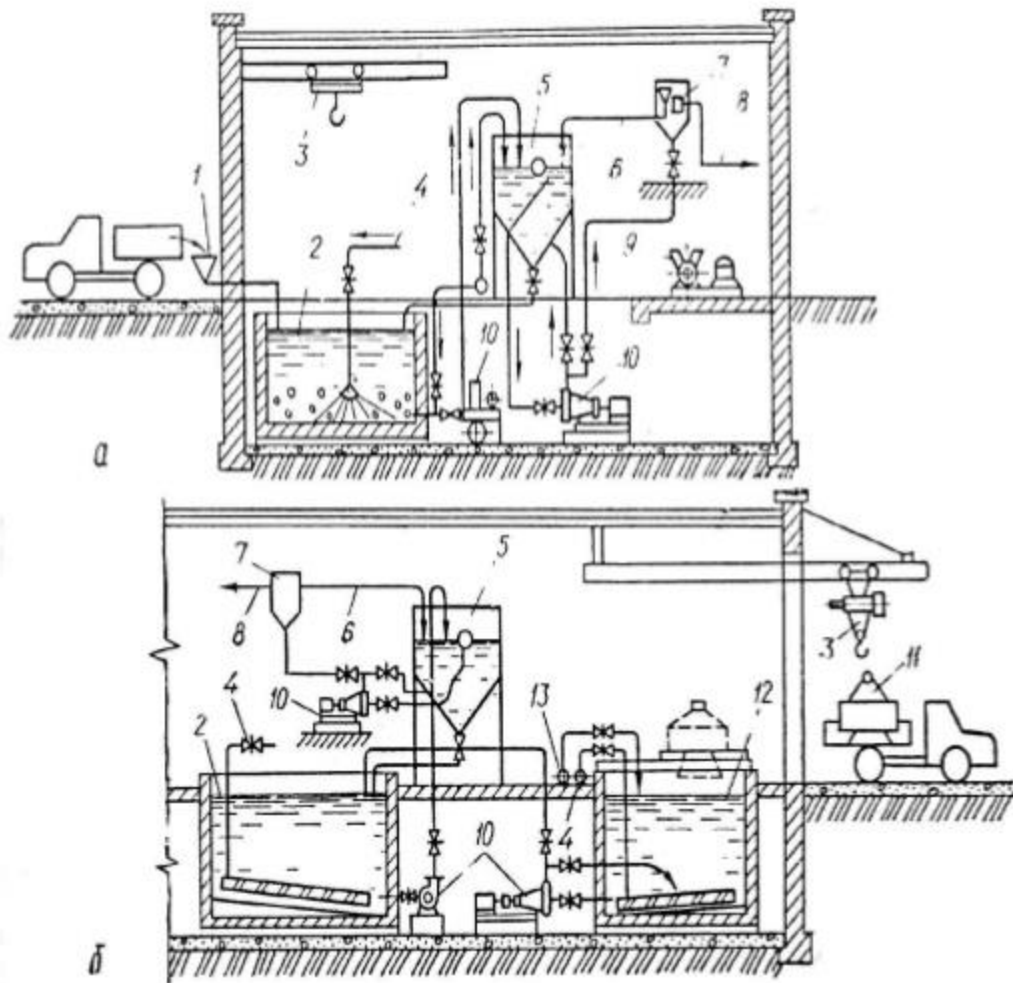


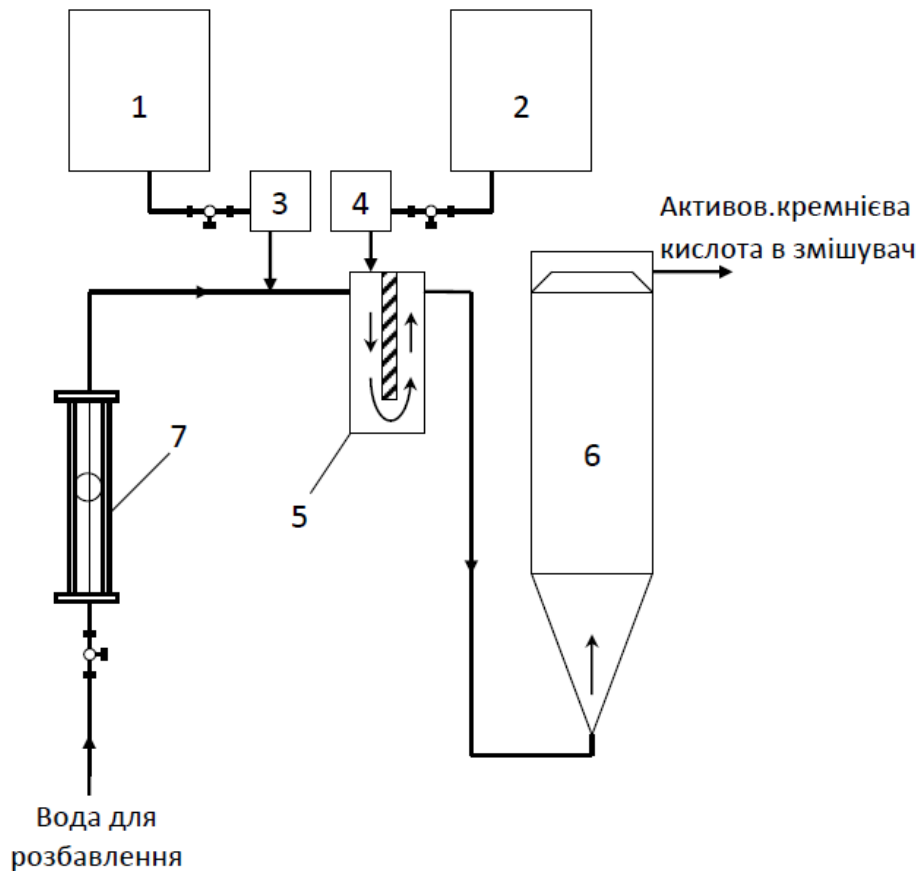
Рис.8.7. Схема вапняного господарства, що використовує привезне вапняне молоко (а) або тісто (б): 1 – лійка для зливу 30%-го вапняного молока; 2 – бак-сховище 30%-го вапняного молока; 3 – кран-балка або таль з електроприводом; 4 – трубопровід для подачі стиснутого повітря; 5 – циркуляційна мішалка для 5%-го вапняного молока; 6 – переливи з дозатора; 7 – дозатор для суспензій; 8 – трубопровід для подачі віддозованого-вапняного молока; 9 – повітродувка; 10 – насоси; 11 – контейнери для 50%-го вапняного тіста; 12 – бак для готування 30%-го вапняного молока; 13 – водопровід.

1. Тонкомолоте вапно (пушонка) може вводиться в оброблювану воду в порошкоподібному вигляді за допомогою дозаторів сухих реагентів. Для гасіння комового вапна застосовуються лопасні, барабанні, термомеханічні або фрезерні вапногасилки.
2. З вапногасилки вапняне молоко направляється в гідравлічний класифікатор для відділення великих часток вапна і повернення їх на вторинне дроблення.

Схема водопідготовки

3. Для відділення дрібних часток суспензії і приготування розчину застосовують сатуратори подвійного насичення - високий циліндричний бак, розділений конічним дном на 2 відділення. Вапняне молоко 10-15%-ний концентрації подають у нижню частину конуса верхнього відділення сатуратора, а потім у нижнє відділення, відкриваючи клапан. Вода, каламутячи вапняне молоко в нижньому конусі сатуратора, частково насичується вапном, а потім по трубам надходить у нижню частину верхнього конуса сатуратора.

Пристрої для готування розчинів допоміжних засобів коагулювання



Установка для безупинного готування і дозування АК

1,2 - баки рідкого скла і реагенту;

3,4 - дозатори;

5 - змішувач рідкого скла до 1,5-2% і реагенту для нейтралізації до 70-80%;

6 - зрільник;

7 - ротаметр подачі води.

Лекція. Освітлення води осадженням

1. Теоретичні основи процесу.
2. Типи відстійників, область використання та їх розрахунки.
3. Типи освітлювачів, їх технічна оцінка, область використання та їх розрахунки.
4. Виділення грубодисперсних домішок у полі відцентрових сил.

1.

Швидкість v вільного падіння

$$v = \frac{4}{3} g \frac{\rho_4 - \rho_p}{C_{ш}} d ,$$

де g - прискорення сили ваги, $9,8 \text{ м/с}^2$;

ρ_4 та ρ_p - густина частки і рідини (води);

$C_{ш}$ - коефіцієнт опору залежний від числа Рейнольдс падаючої шароподібної частки ($Re = v d \rho_p / \mu$),

μ - коефіцієнт динамічної густини рідини.

Швидкість осадження

- 1) $Re < 2$ (малі частки, мала швидкість осадження);
- 2) $2 < Re < 500$;
- 3) $Re > 500$.

При значеннях $Re < 2$ (малі частки, мала швидкість осаджування)

$$C_{ш} = 24 / Re \quad v = \frac{1}{18} g \frac{\rho_4 - \rho_p}{\mu} d^2 .$$

При значеннях $2 < Re < 500$ - $C_{ш} = 18.5 / Re^{0.6}$.

При значеннях $Re > 500$ сила в'язкості вже не відіграє суттєвої ролі в формуванні величини коефіцієнту опору.

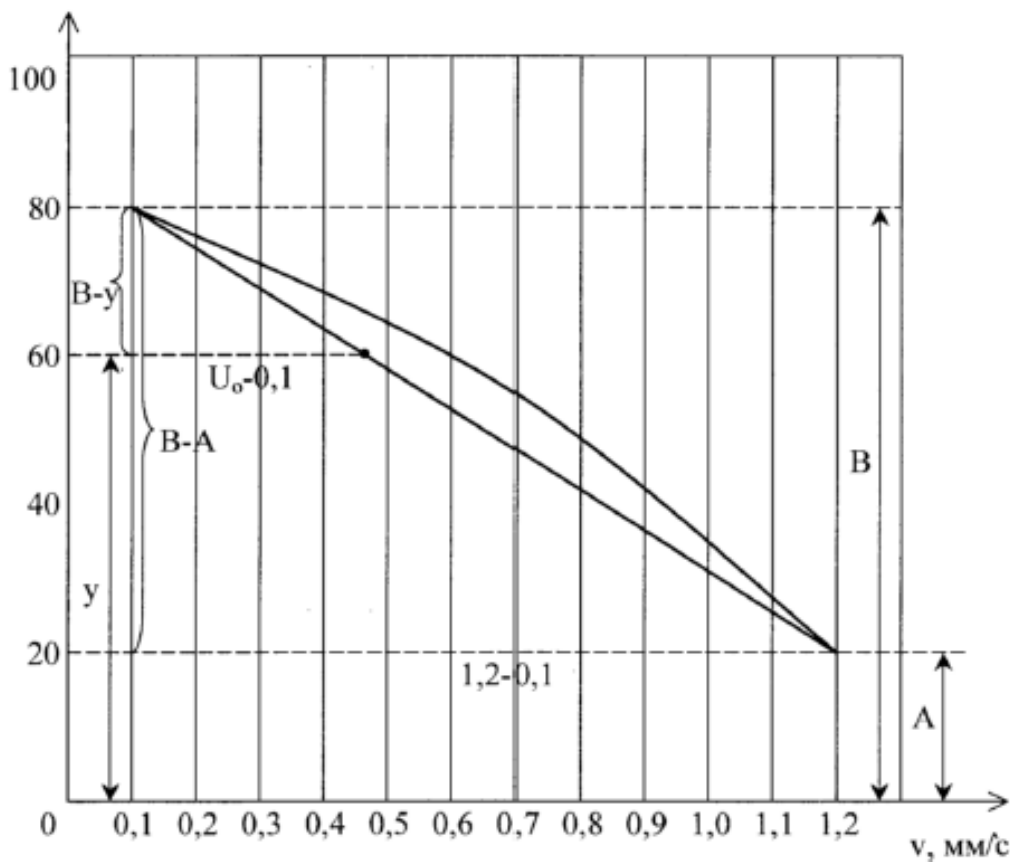


$$v = 3.3 g (\rho_4 - \rho_f) d$$

Запис показника осадження

$$\frac{A}{B} = \frac{10}{20} \div \frac{20}{60} - \text{повінь},$$

$$\frac{A}{B} = \frac{5}{15} \div \frac{45}{40} - \text{межень}.$$



Графік показника осадження завислих речовин

Наприклад, кількість завислих речовин $M_n = 24 \text{ мг/л}$:

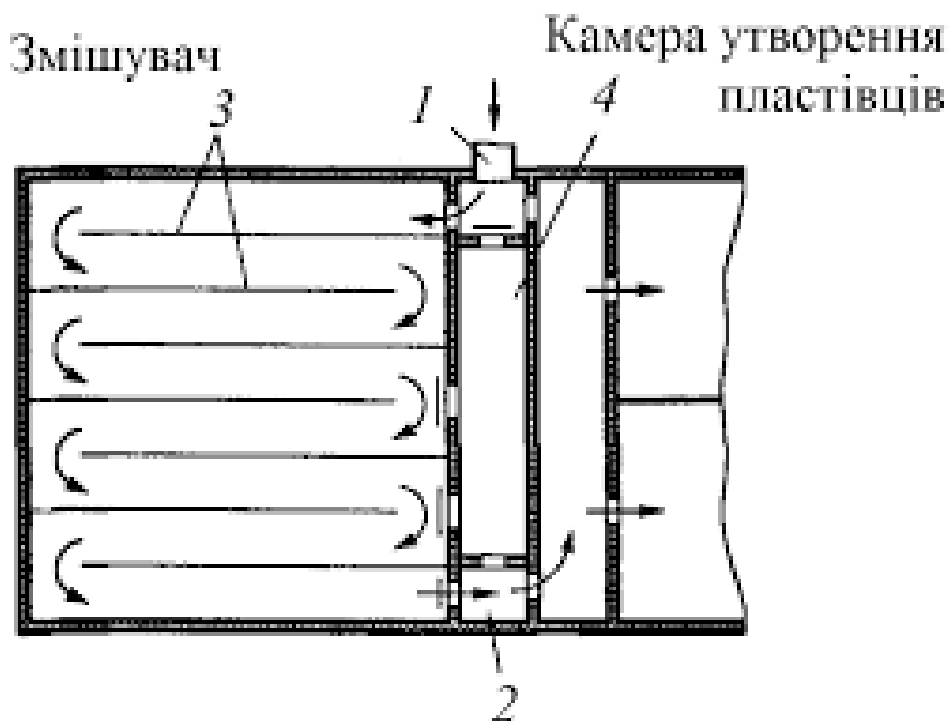
$$\frac{U_0 - 0.1}{1.2 - 0.1} = \frac{B - y}{B - A},$$

де y - заданий % (відсоток) вилучення відстійником завислих речовин,

$$\text{який встановлюється так : } y = \frac{M_n - M_k}{M_n} \cdot 100 = \frac{24 - 10}{24} \cdot 100 = 59\%,$$

M_n - початкова каламутність, мг/л ;

M_k - кінцева каламутність, мг/л.

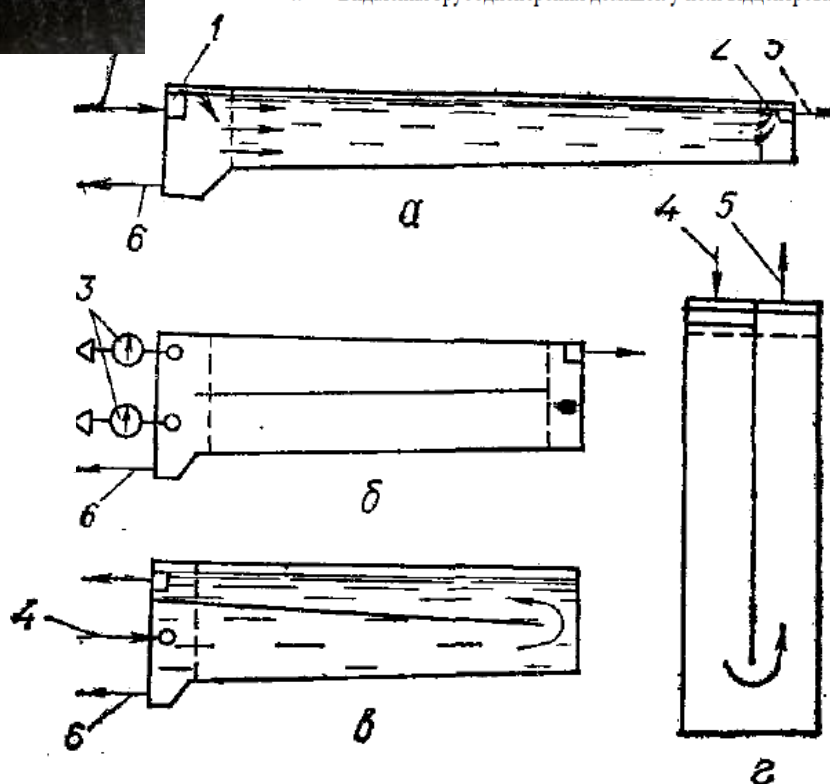
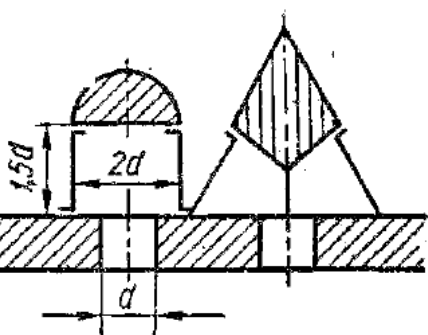


Типи відстійників і область їх застосування



Горизонтальні відстійники

1. Теоретичні основи процесу.
2. Типи відстійників, область використання та їх розрахунки.
3. Типи освітлювачів, їх технічна оцінка, область використання та їх розрахунки.
4. Виділення грубодисперсних домішок у полі відцентрових сил.



Схеми руху води в горизонтальних відстійниках

а - одноповерховому прямоточному; б - двохповерховому прямоточному; в - двохповерховому з поворотом потоку; г - одноповерховому з поворотом потоку; 1 і 2 - розподільчий і збірний

водоскид; 3 - водоміри;

4 - підвід води; 5 - відвід відстояної води; 6 - скид осаду.

Площу горизонтальних відстійників в плані треба розраховувати по формулі [5, с.29]:

$$F_{г.в.} = \frac{\alpha_{об} \cdot q}{3,6 \cdot U_o},$$

де q - розрахункова потужність очисної станції, м³/год;

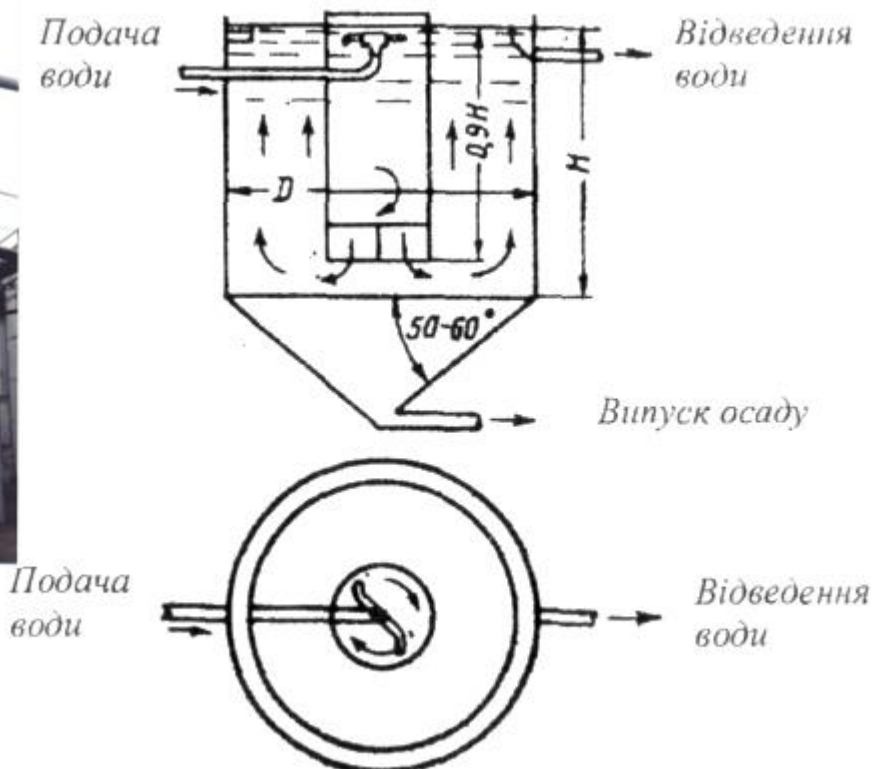
U_o - швидкість випадання завислих речовин, мм/с;

$\alpha_{об}$ - коефіцієнт об'ємного використання відстійників, приймаємо 1,3.

Висоту відстійника приймають від 3 до 5 м. Довжину його розраховують по формулі [5, с.29]:

$$L = \frac{H_{cp} \cdot v_{cp}}{U_o},$$

Вертикальні відстійники



Площу зони осадження розраховують по формулі:

$$F_{\text{с.с}} = \beta_{\text{об}} q / 3,6 v_p N_p ,$$

де q - розрахункова потужність, м³/год;

v_p - швидкість потоку води в відстійнику, мм/с;

N_p - кількість відстійників;

$\beta_{\text{об}}$ - коефіцієнт об'ємного використання відстійника - 1,3-1,5 (при співвідношенні Д/Н=1 - 1,3; Д/Н=1,5 - 1,5).

Період роботи відстійника між скидами осаду належить розраховувати по формулі:

$$T_p = W_{\text{ос.ч}} N_p \delta / q (C_{\text{з.р.}} - M_{\text{осв.}}) ,$$

де $W_{\text{ос.ч}}$ - об'єм зони накопичення і ущільнення осаду, м³;

δ - концентрація осаду в зоні осадження, г/м³;

$M_{\text{осв}}$ - кількість завислих речовин в освітленій воді, яка виході із відстійника (8-15 г/м³);

$C_{\text{з.р.}}$ - концентрація завислих речовин в освітлюємії воді, розраховується по формулі:

$$C_{\text{з.р.}} = M + K_{\kappa} D_{\kappa} + 0,25 K + B_{\text{с}} ,$$

де M - кількість завислих речовин у воді, яка йде на очистку, г/м³;

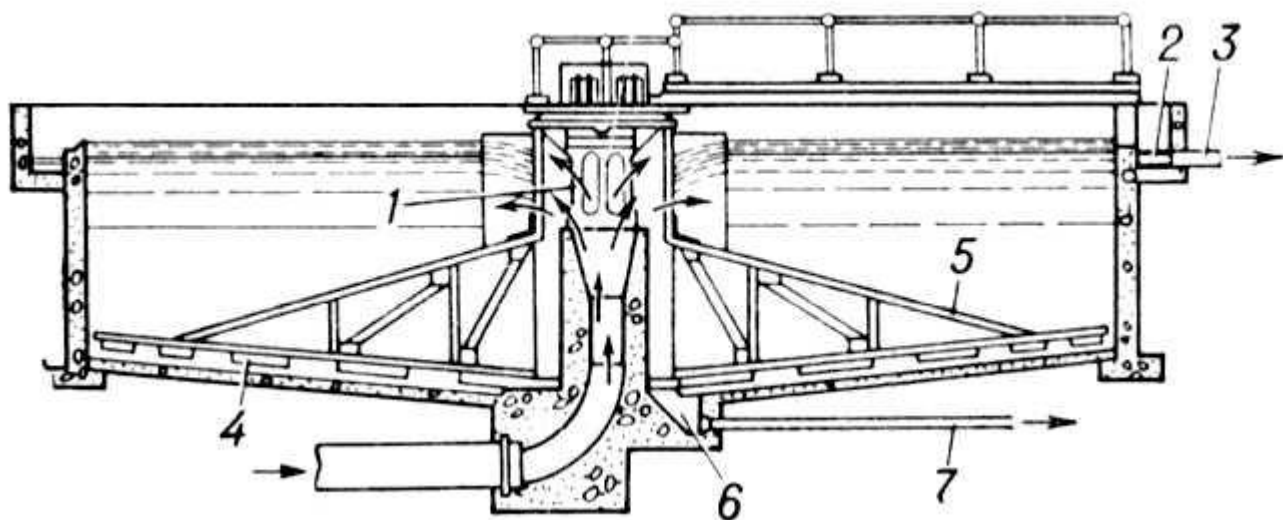
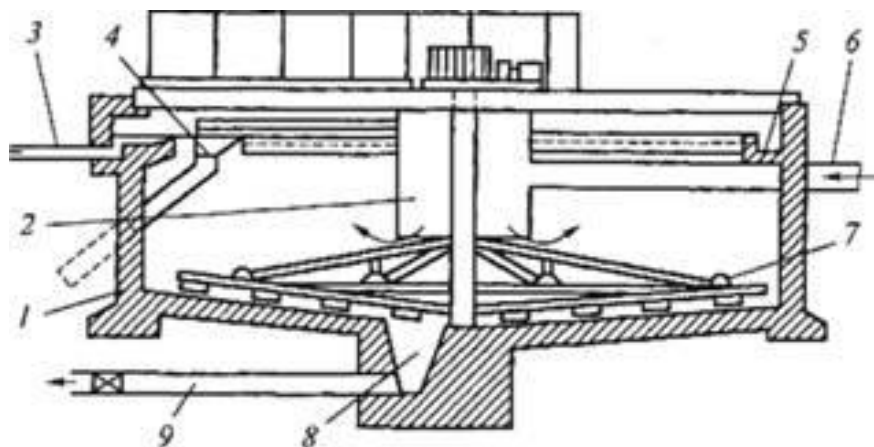
D_{κ} - доза коагулянту по безводному продукту, г/м³;

K_{κ} - коефіцієнт, який приймають для очищеного сірчаноокислого алюмінію - 0,5; хлорного заліза - 0,7;

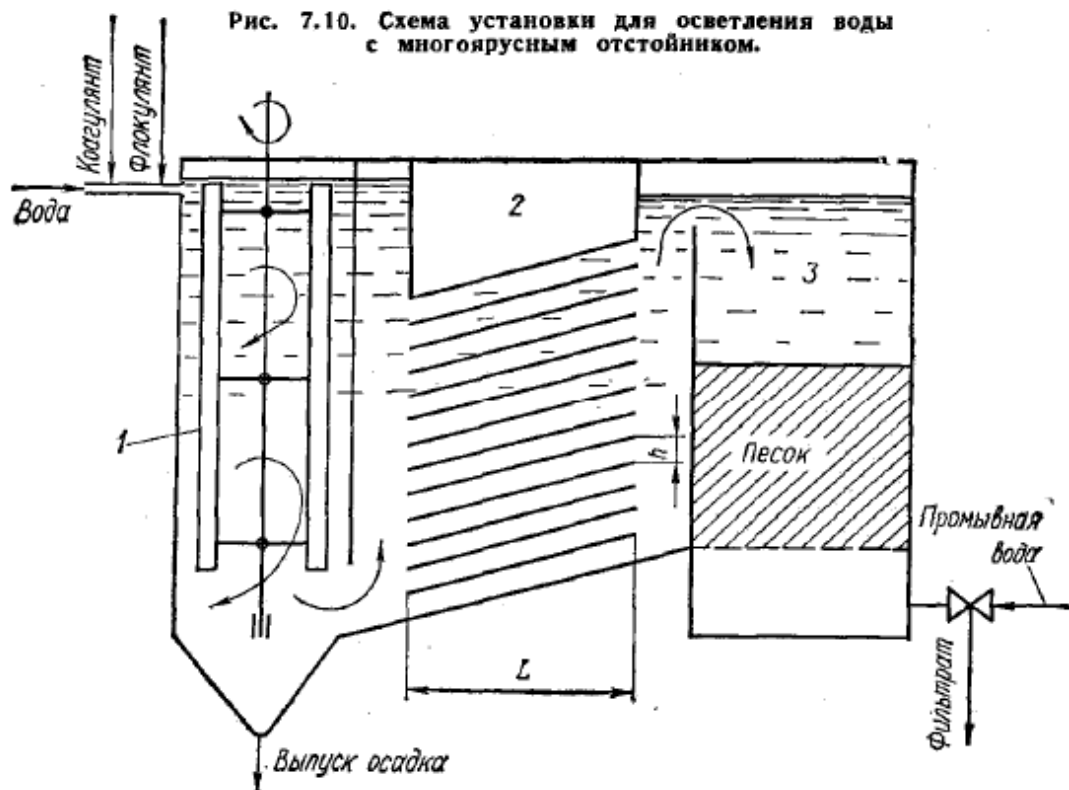
K - кольоровість води, град.;

$B_{\text{с}}$ - кількість нерозчинених речовин, які вводяться з вапном.

Радіальні відстійники.



Тонкошарові відстійники



1 – камера флокуляції; 2 – багатоярусний відстійник; 3 – фільтр.

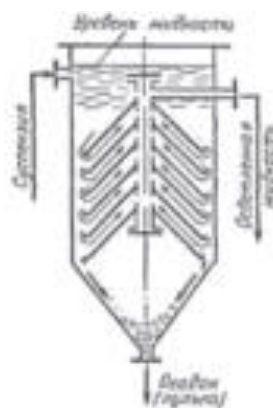
Освітлення води в гідро- і мультіциклонах.

$$a = v^2 / R , \quad \text{м/с}^2 ,$$

де v - лінійна швидкість руху води по колу, м/с;

R - радіус обертання часток завислих речовин, м.

Отстойник непрерывного действия с коническими полками



$$P = \frac{\pi \cdot d^3 (\rho_{\text{тв}} - \rho_{\text{в}}) \cdot v^2}{6 \cdot R},$$

де v - швидкість руху води при вході в гідроциклон, см/с;

d - еквівалентний діаметр частки, см;

$\rho_{\text{тв}}, \rho_{\text{в}}$ - відповідно щільність частки і води;

R - відстань від центра гідро циклону до осі входного отвору, см.

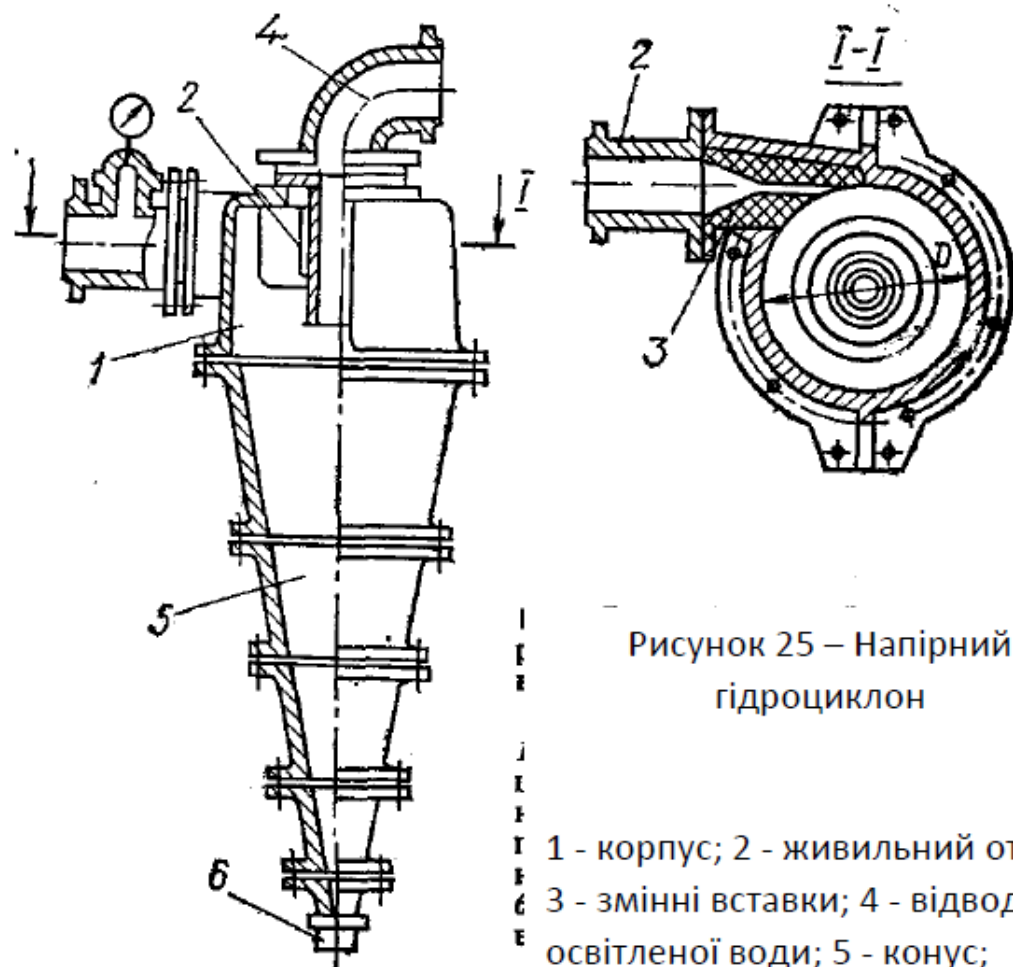


Рисунок 25 – Напірний
гідроциклон

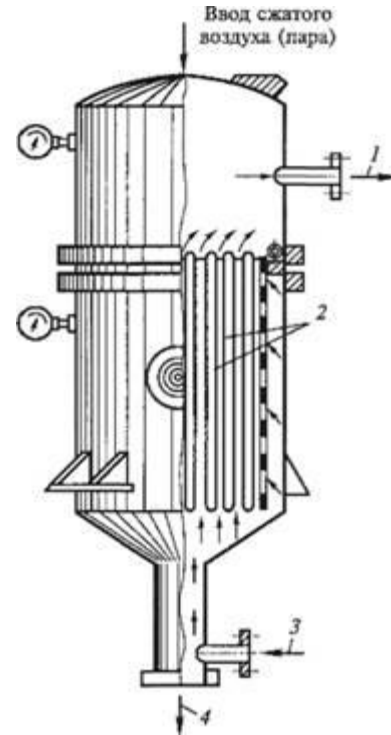
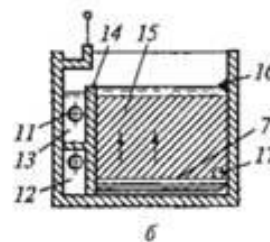
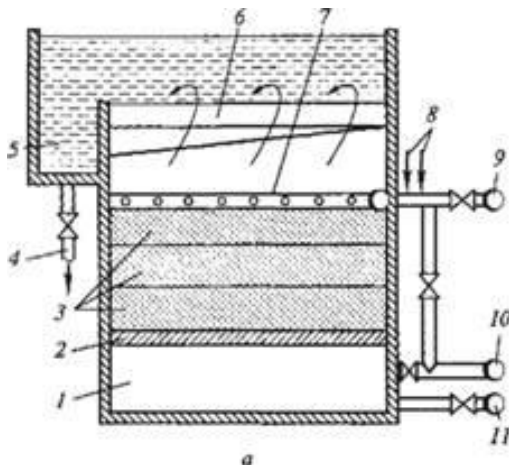
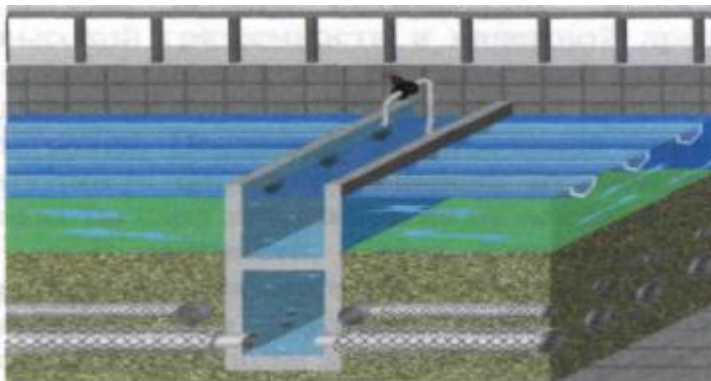
1 - корпус; 2 - живильний отвір;
3 - змінні вставки; 4 - відвод
освітленої води; 5 - конус;

6 - змінна насадка для випуску

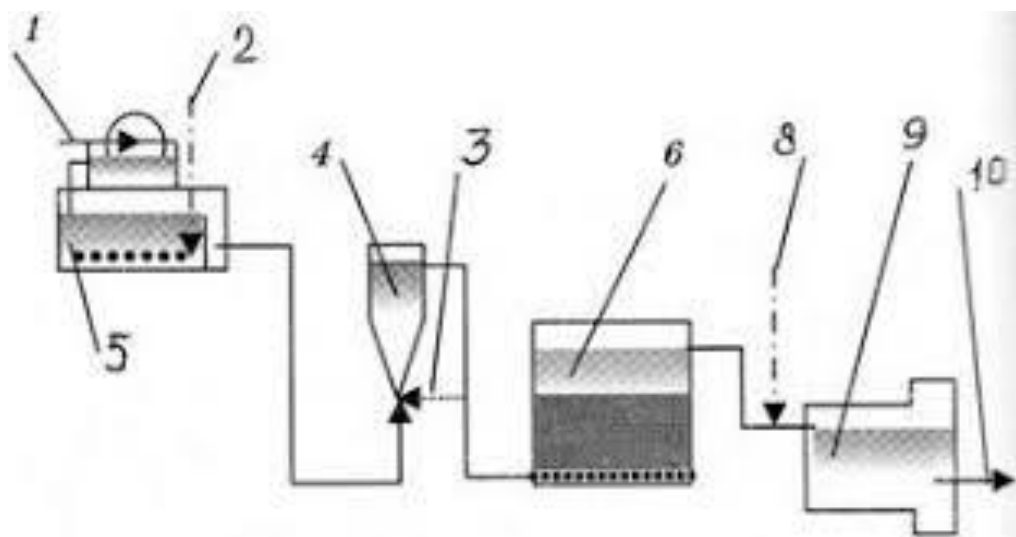
Лекція. Видалення домішок з води фільтруванням

1. Основи процесу фільтрування води через зернисті матеріали. Класифікація фільтрів.
2. Швидкі, відкриті та напірні фільтри, їх конструкція та розрахунки. Фільтруючі матеріали.
3. Повільні, наливні фільтри.

- 1) *зернисті*, в яких фільтруючий шар складається із зерен піску, дробленого кварцу, антрациту, мармуру, магнетиту і ін.;
- 2) *сітчасті*, в яких фільтруючим елементом є сітка з отворами достатньо малими, спроможними затримувати завислі речовини із води;
- 3) *тканинні*, в яких фільтруючим шаром являється тканина (сукно, капронова, скляна, льняна, бавовняна...);
- 4) *наливні*, в яких фільтручий шар "наливають" із фільтруючих дрібнодисперсних порошків - діатоміт, азбестова крошка, деревинна мука, каркасом служить синтетична тканина, металева сітка...







Лекція. Обеззалізнення та деманганація води

1. Форми вмісту заліза в природних водах.
2. Класифікація методів та технологічних схем обеззалізнення природних вод.
3. Технологічний аналіз води для вибору методів та споруд деферизації води.
4. Розрахунок та проектування установок обеззалізнення та деманганації води.

1.

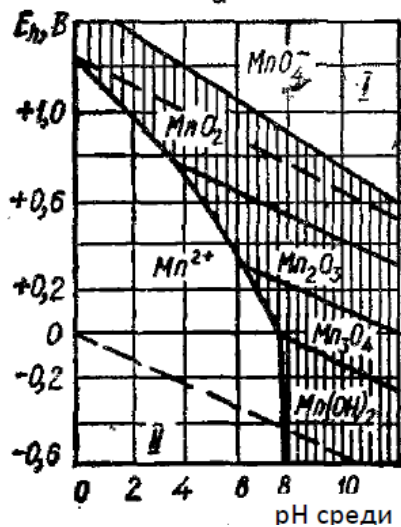
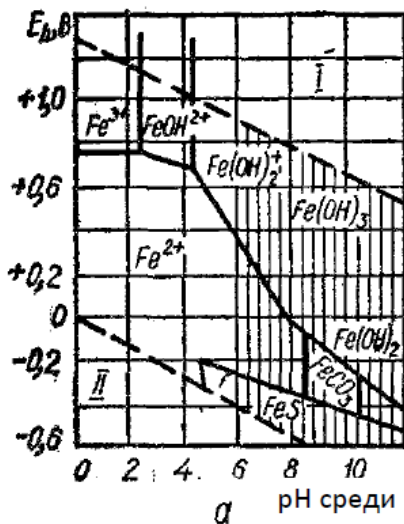
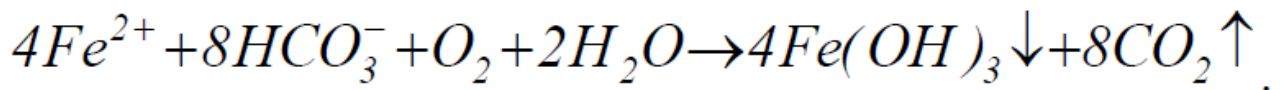


Рисунок 1 – Діаграма Пурне, відображаюча стан з'єднань заліза і марганцю в залежності від pH води і окислювально-відновного потенціалу

I – окислювальне середовище;
II – відновне середовище.



2.

Методи знезалізнення води можна звести в 2 основні групи:

I. Безреагентні (фізичні):

- 1) спрощена аерація з наступним фільтруванням;
- 2) аерація з наступним відстоюванням і фільтруванням;
- 3) “суха” фільтрація;
- 4) фільтрування на каркасних фільтрах;
- 5) електрокоагуляція;
- 6) подвійна аерація, обробка в шарі зваженого осаду і фільтрування;
- 7) фільтрування в підземних умовах з попередньою подачею в шар окисленої води.

II. Реагентні (хімічні):

- 1) спрощена аерація, окислювання, фільтрування;
- 2) напірна фільтрація з вапнуванням і наступним фільтруванням;
- 3) вапнування, відстоювання в тонкошаровому відстійнику, фільтрування;
- 4) аерація, окислювання, вапнування, коагулювання, флокулювання з наступним відстоюванням чи обробкою в шарі зваженого осаду і фільтруванням;
- 5) фільтрування через модифіковане завантаження;
- 6) катіонування.

3. Метод знезалізнення води варто вибирати на основі результатів технологічного аналізу безпосередньо біля джерела водопостачання пробним знезалізненням. Спочатку визначають каламутність, кольоровість, вміст Fe^{2+} , Fe^{3+} , H_2S , pH, $T_{\text{загальну}}$ і $T_{\text{карб.}}$, окислюваність, Cl^- і SO_4^{2-} . Потім здійснюють перебір методів, причому до наступного переходять, якщо попередній не дав результату:

- 1) спрощеною аерацією і фільтруванням;
- 2) аерацією і фільтруванням після окислювання Fe^{2+} в Fe^{3+} ;
- 3) коагуляцією, відстоюванням і фільтруванням;
- 4) вапнуванням, відстоюванням і фільтруванням;
- 5) хлоруванням і коагуляцією чи хлоруванням і вапнуванням з наступним фільтруванням.

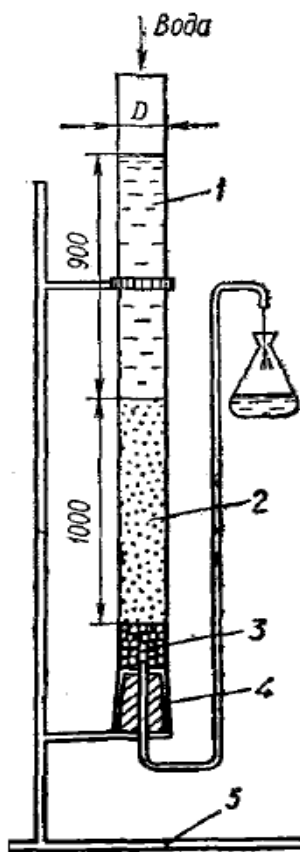
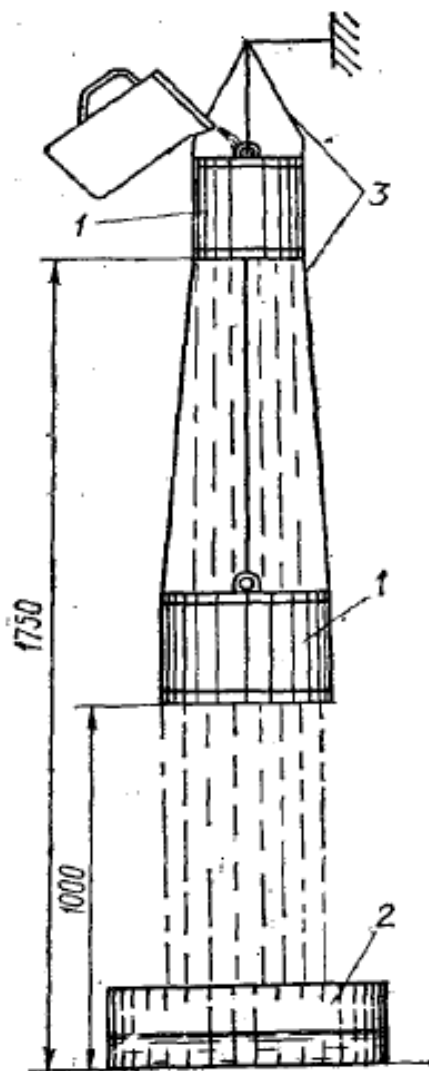


Рисунок 2 – Схема лабораторного фільтра:

1 – корпус фільтра (скляна трубка $d=50\text{мм}$); 2 – пісок; 3 – гравій;
4 – пробка; 5 – штатив.

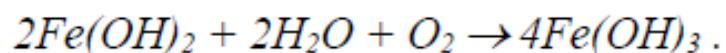
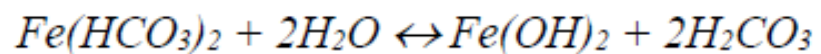


приладу для пробного
зnezалізнення води:

- 1 – аераційна судина;
- 2 – скляна судина;
- 3 – капронові нитки.

Зnezалізнення підземних вод.

Метод спрощеної аерації – для вод з вмістом заліза загального більше 10мг/л. (в тому числі $\text{Fe}^{2+} > 70\%$) при $\text{pH} > 6,8$, лужності $> 1 + \text{Fe}^{2+}/28$ мг-екв/л, $\text{H}_2\text{S} < 0,5$ мг/л, окислюваності перманганатній більше $(0,15\text{Fe}^{2+} + 5)$ мг/л O_2 . Аеруванням видаляється гідрокарбонат Fe, що є неміцним, легко гідролізуючимся з'єднанням:



Завжди установка для видалення гідрокарбонату заліза складається із аеріруючого пристрою, забезпечуючого окислення двоцвального заліза киснем (рис. 35, 36), або контактних резервуарів (рис. 37) з подальшим видаленням гідроксиду трьохцвального заліза на звичайних швидких фільтрах.

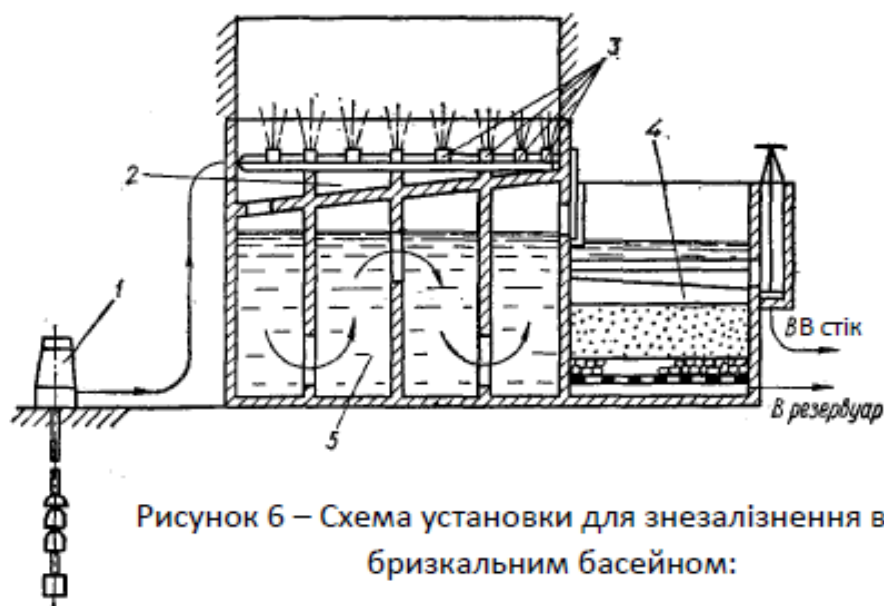


Рисунок 6 – Схема установки для знезалізнєння води з бризкальним басейном:

1 – насос; 2 – бризкальний басейн; 3 – форсунки;

Інколи для знезалізнення води використовують напорні установки закритого типу (рис. 38) з вводом 4 м³/год повітря на кожний кілограм видаленого із води заліза.

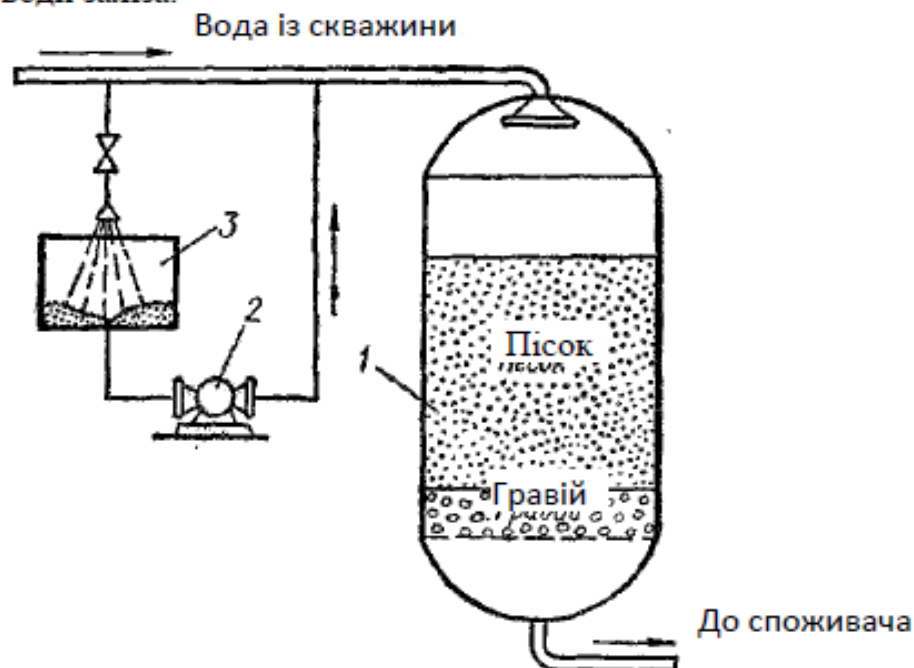


Рисунок 7 – Схема установки для знезалізнення підземних вод з вводом повітря вихровим насосом

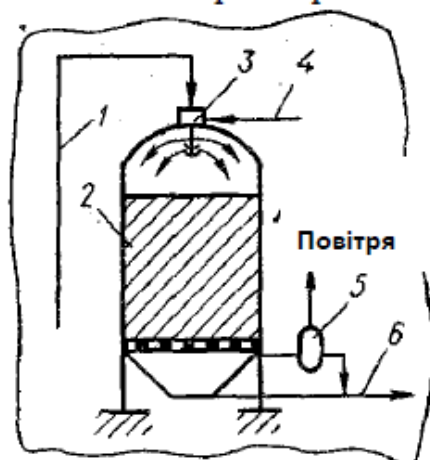


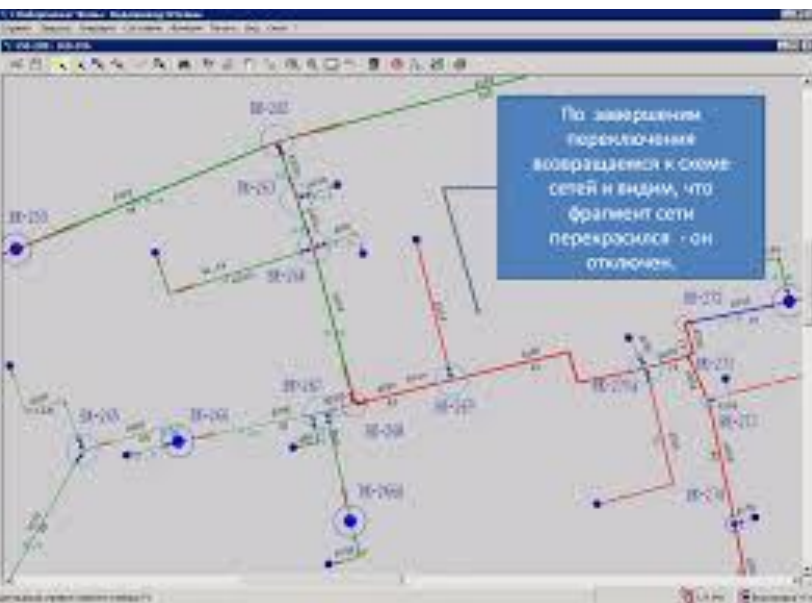
Рисунок 8 – Схема установки для знезалізнення води методом «сухої» фільтрації

1 – подача початкової води; 2 – напірний фільтр; 3 – насадка з розбризкувачем; 4 – подача стисненого повітря; 5 – повітрявідділювач; 6 – відвід фільтрату.

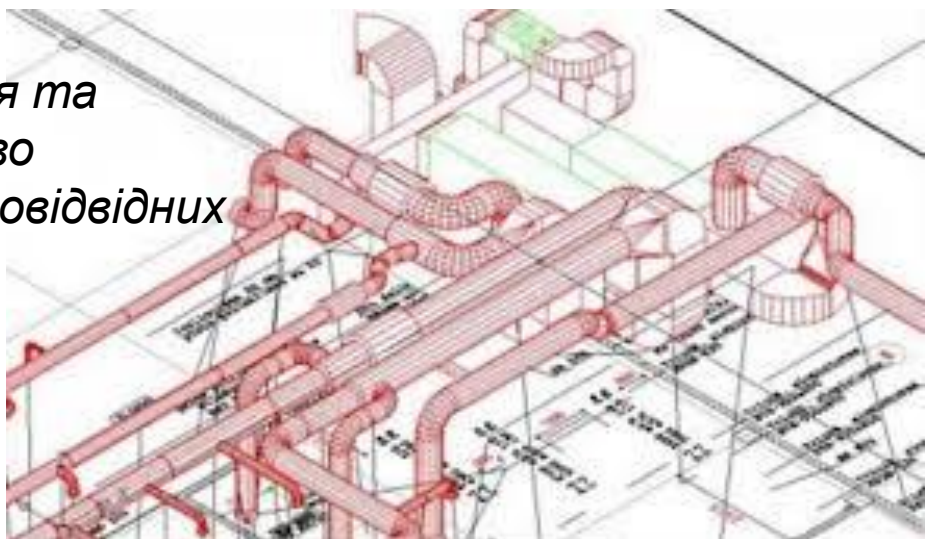


Проектування систем очистки води приватних будинків





*Проектування та
будівництво
водопровідних і водовідвідних
мереж*



*Проектування насосних
станцій*



*Проектування та
експлуатація
інженерних
мереж у місті*





Санітарно-технічне обладнання будівель

