СПОРУДИ ТА ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

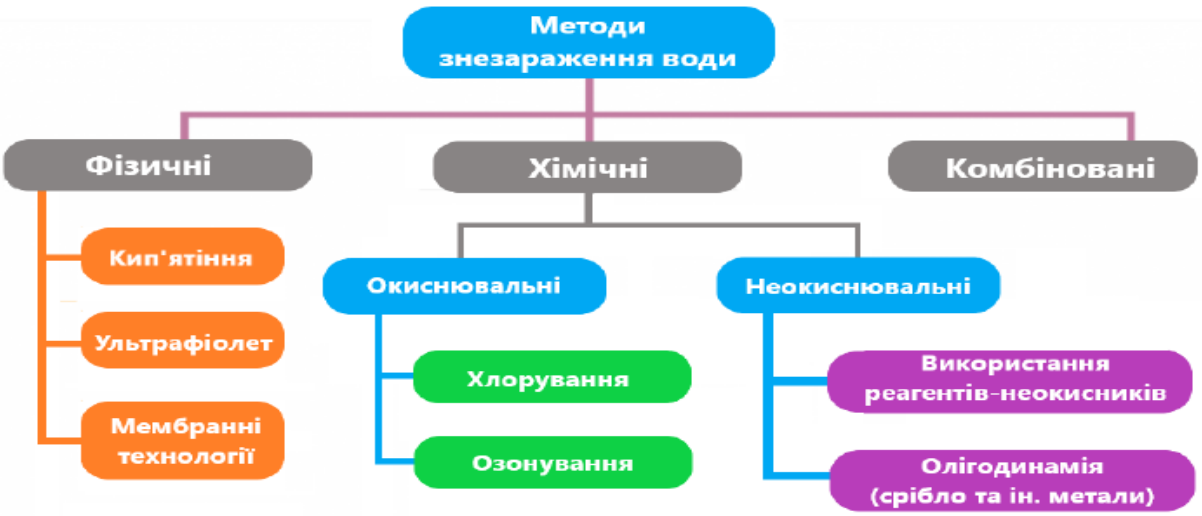
Предметом курсу є вивчення методів очистки питної води

Обсяг дисципліни складає: 4 кредити,

Лекції-24 год
Практичні заняття-24 год
Самостійна робота-72 год.

Період вивчення дисциплін и: 3 курс, 6 семестр

Мета курсу: отримання знань у сфері технологій очистки природних вод від крупнодисперсних та дрібнодисперсних домішок.



ТЕМИ КУРСУ

Змістовий модуль 1. Загальні питання проєктування 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. **Водоочисні комплекси**

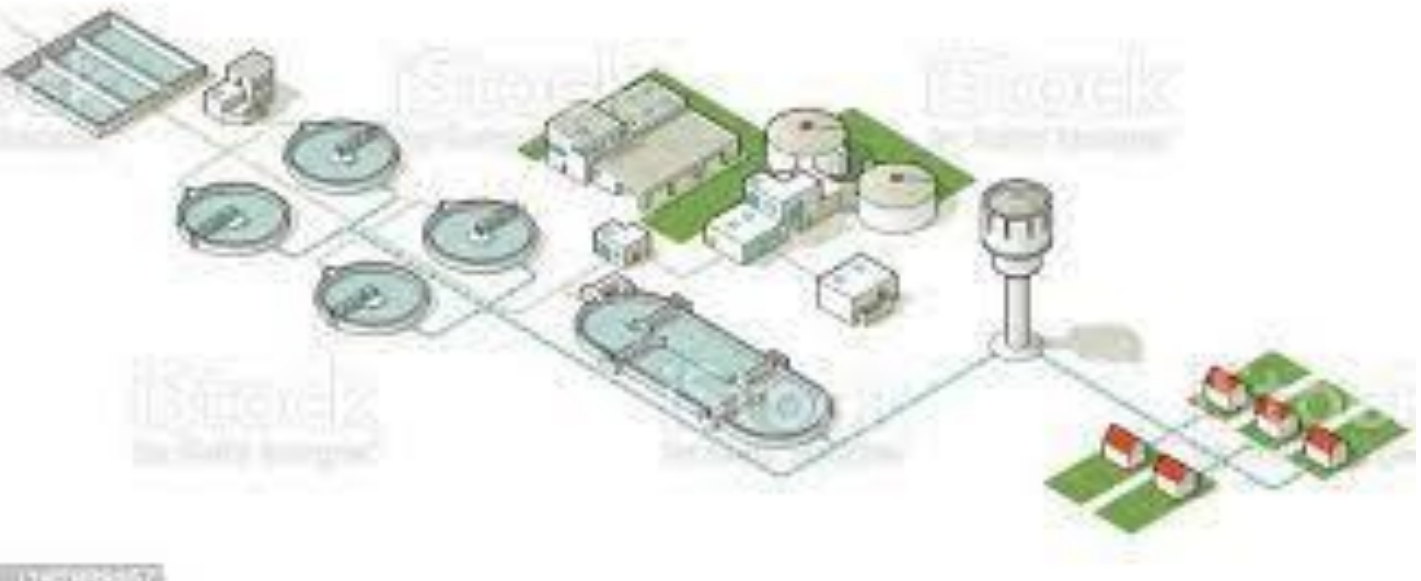
1. Обгрунтування вибору схеми водоочисного комплексу.
2. Основні принципи планування генплану та висотної схеми.
3. Підсобні та допоміжні споруди та приміщення водоочищувального комплексу.
4. Класифікація вод.
5. Основні критерії для вибору технологічної схеми та складу споруд.
6. Технологічні схеми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

1.

2.

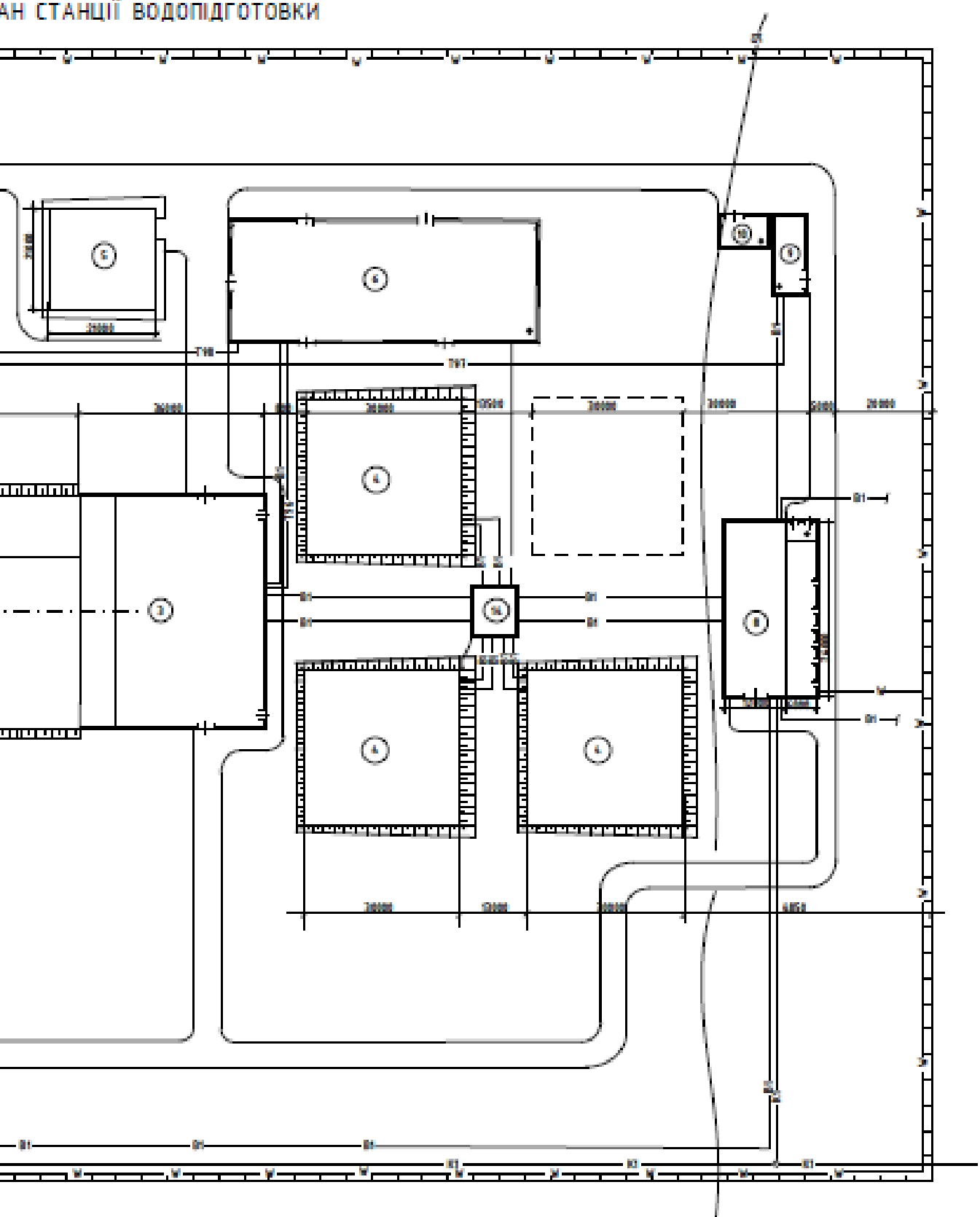
Основні вимоги до розміщення споруд

- Раціональне взаємне розташування всіх елементів
- Єдиний комплекс, що складається з одно-, двох- і триповерхових будівель
- надійність роботи станції
- використання несучої здатності конструкцій основних технологічних споруд
- При продуктивності станції більше 10000 м3/доб приймається будівництво окремих будинків та устаткування з відстанню між ними близько 20м.

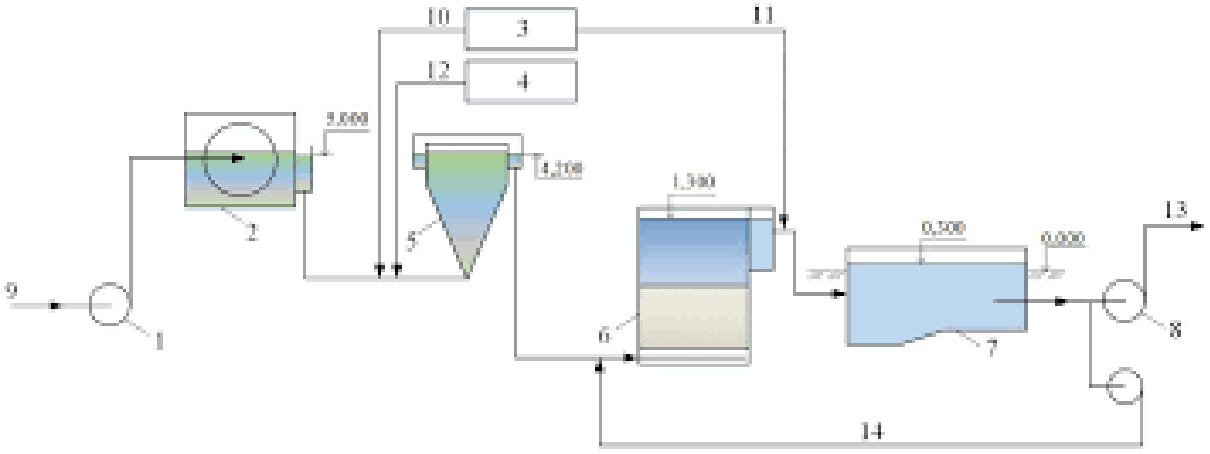


3.

АН СТАНЦІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ

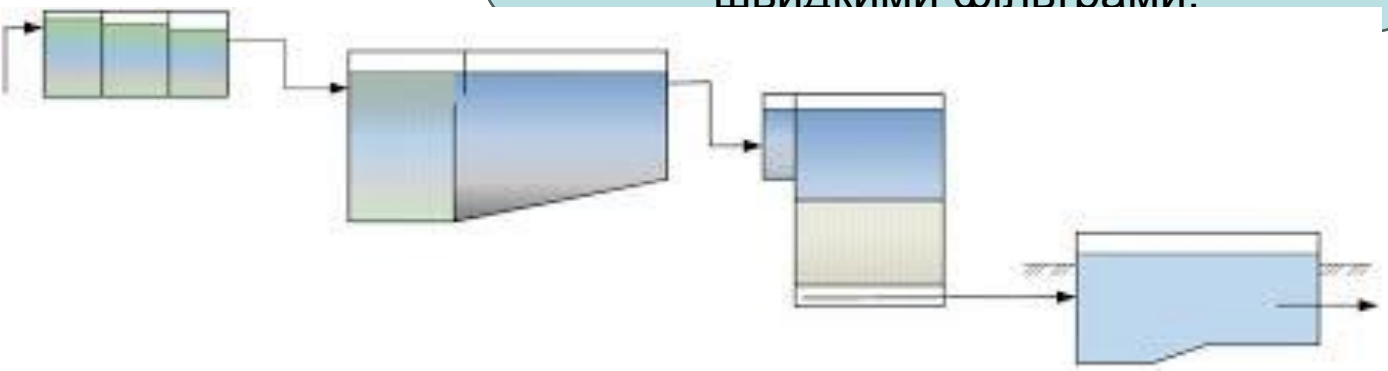


З одноступеневою схемою обробки води



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 H2O, характерна непостійність розташування і дебету.

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

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

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;
· Пєрєрмана.
· 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 Пєрєрмана 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^-.

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 лід	інші чинники
1	2	3	4
Легкі	Каламутність ≤ 862 НОК (≤500 мг/дм^3), стійке ложе водойми і водотоку	Відсутність внутрішньоводного льодоутворення. Льодостав помірної (≤0,8 м) потужності, стійкий	Відсутність у джерелі водопостачання водоростей, балянуса, біологічного обростання двостулковими молюсками, дрейсеною, міліями, 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 ±0,3 м. Вздовжбереговe перемішення 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, балянуса, біологічного обростання двостулковими молюсками, дрейсеною, міліями, 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 перемішенням 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 покриву. Нагін 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.

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

Основні споруди	Умови застосування			
	Каламутність, НОК (мг/дм³)		Забарвленість, град	
	вихідна вода	очищена вода	вихідна вода	очищен вода
Оброблення води із застосуванням коагулянтів і флокулянтів				
Швидкі фільтри (одноступінчасте ільтрування):				
а) напірні	Не більше ніж 52 (30)	Не менше ніж 2,6 (1,5)	Не більше ніж 50	Не менше ніж 20
б) відкриті	Те саме 34 (20)	Те саме 2,6 (1,5)	Те саме 50	Те сам 20
Ультрафільтраційні установки	« 138 (80)	« 0,17 (0,1)	« 120	« 4
Вертикальні відстійники - швидкі ільтри	« 2586 (1500)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Горизонтальні відстійники - швидкі ільтри	« 2586 (1500)	« 2,6 (1,5)	« 120	« 20
Контактні префільтри - швидкі ільтри (двоступінчасте ільтрування)	« 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 ільтри	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 світлювачі зі зваженим осадом для ластково освітлення води	Те саме 2586 (1500)	Від 14(8) до 26(15) включ.	« 120	« 40
0 Крупнозернисті фільтри для ластково освітлення води	« 138 (80)	Не менше ніж 17 (10)	« 120	« 30
1 Радіальні відстійники для опереднього освітлення исококаламутних вод	Понад 2586 (1500)	Те саме 431 (250)	« 120	« 20

6.

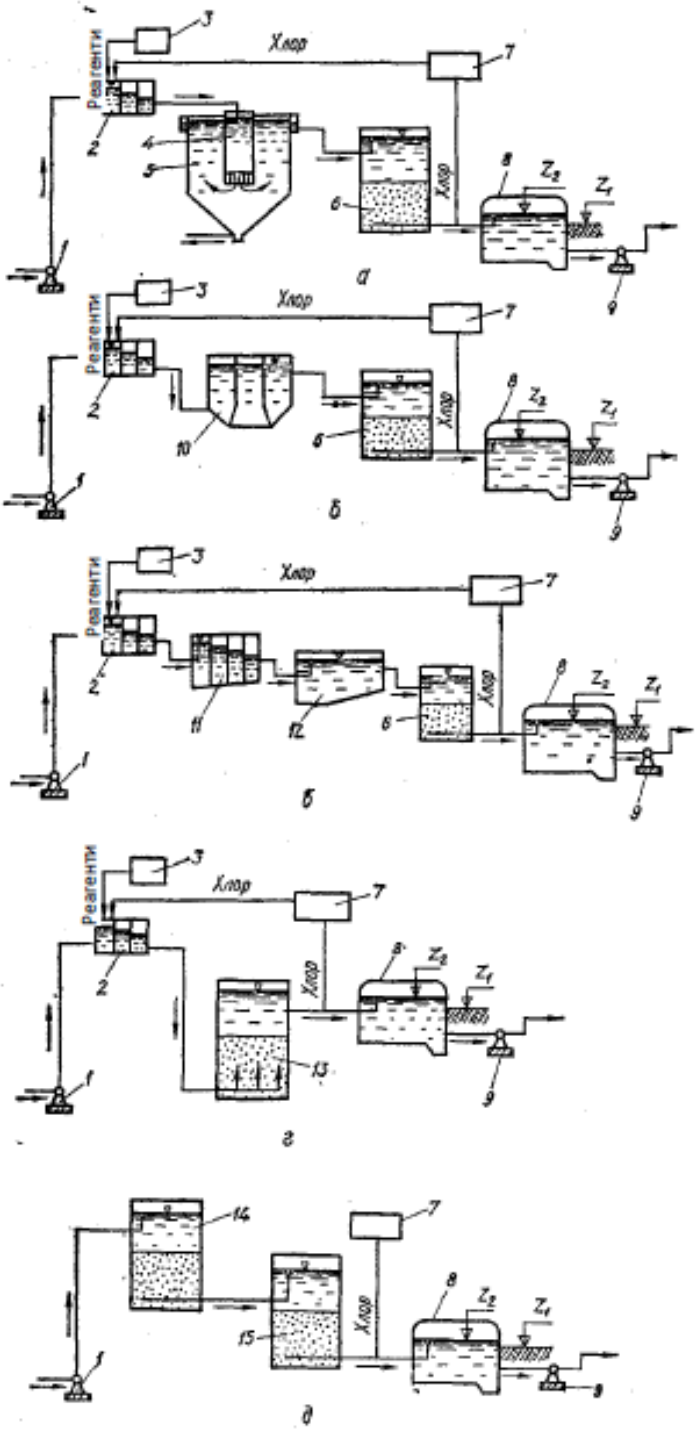


Рисунок 1 - Висотні схеми технологічних споруд водоочисних станцій:

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 пластівцеутворення; 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 компонування 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 міхрофільтрах: 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.

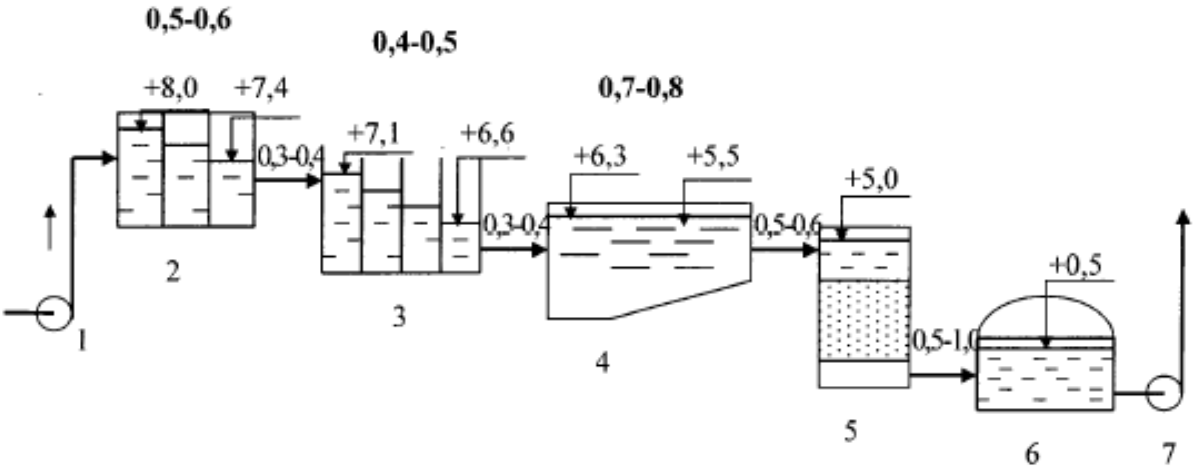


Рисунок 2 - Висотне розташування очисних споруд

1 - насос першого підйому;

2 - змішувач;

3 - камера пластівцеутворення;

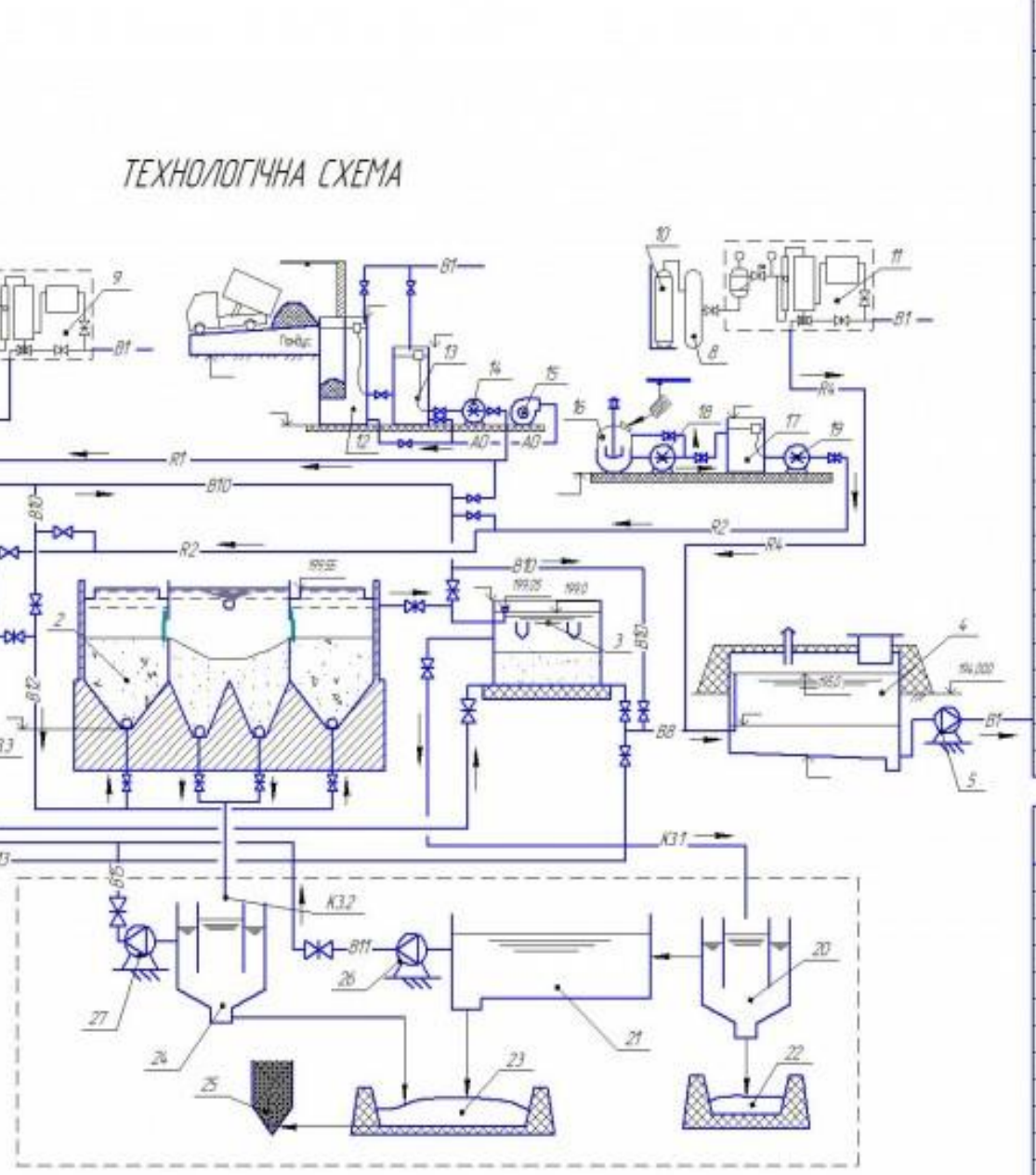
4 - відстійник;

5 - фільтр;

6 - резервуар чистої води;

7 - насос другого підйому.

Мм/с



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

мг/дм3=мг/л

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

діаметр >1·10-4 мм.

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

Поріг сприйняття сольоного розчину (відчуття солі):

Речовина	Розмірність, мг/дм^3
NaCI	165
$CaCI_2$	470
$FeCI_2$	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 ан
кислот і гідроксильних йонів, що міст

Ca2+, Mg2+ , Ba2+, Fe3+, Mn2+

8.Твердість ммоль/дм3

2.

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

Йони Ca2+ і Mg2+ визначають твердість, мінімальна їх кількість у воді — 100 мг, максимальна — 200 г. ·

Йони NH4 + у воді утворюються при розпаді органічних речовин, поступають у воду із стічних вод.

Присутність висококонцентрованого кисню O2 призводить до окиснення сполук азоту у воді до нітрат-йонів; при недостачі кисню — відновлення азотвмісних речовин до йонів NH4 + . ·

Йони Fe2+ і Fe3+ знаходяться у підземних водах, Fe3+ — у поверхневих водах. ·

Йони Mn2+ — схожі на іони Fe2+ . Ці іони знаходяться у воді посезонно HCO3-

Бікарбонат йони HCO3 - — 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 нерозчиний при будь-якому значенні pH.

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

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

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+, Ba2+, Fe2+, Al3+ та утворених комплексних сполук з Fe2+ та Al3+ , р

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

1. *Окислювальна.*
2. *Перехідна окислювально-відновна.*
3. *Відновлювальна.*

Eh мВ редокс-потенціал 400-700 мВ

- *хімічне споживання кисню(ХСК)* — визначається з використанням біхромату калію — біхроматна окисненість або перманганату калію — перманганатна окисненість. Розмірність — мгО/дм^3.
- *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/дм^3.
- *вміст загальної органіки* — визначається згорянням зразка води. Розмірність — мгС/дм^3.

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 10000м^3/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* (-OH, = C = O) — крохмаль, поліакрилонітрил, поліетиленоксид.
- *Аніонні флокулянти* — полімери, що містять аніонні групи (-COOH, - CO3H) — активна кремнієва кислота, поліакрилат натрій.
- *Катіонні флокулянти* (-NH2, = NH-) — сополімери вінілпіридину.
- *Амфотерні* — полімери, що містять одночасно і аніоні, і катіонні групи — гідролізований ПАА, речовини білкового типу.

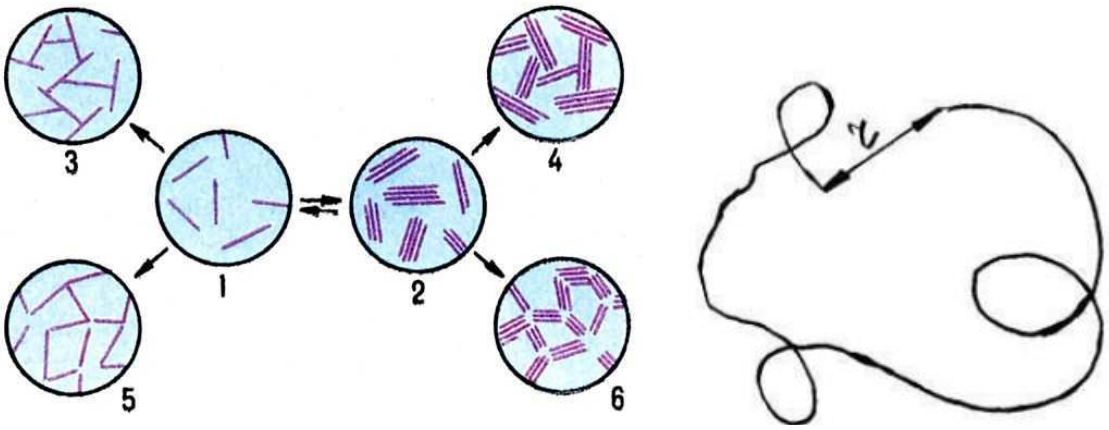


Рисунок 1 – Приклад випадкової конфігурації полімеру у водному розчині

Найбільш уживане поняття "діаметра" полімерної молекули є квадратний корінь із значення відстані "r". Для багатьох неіонних полімерів ця величина (в нм) ≈ 0,06 M1/2, де M - молекулярна маса. Для M =

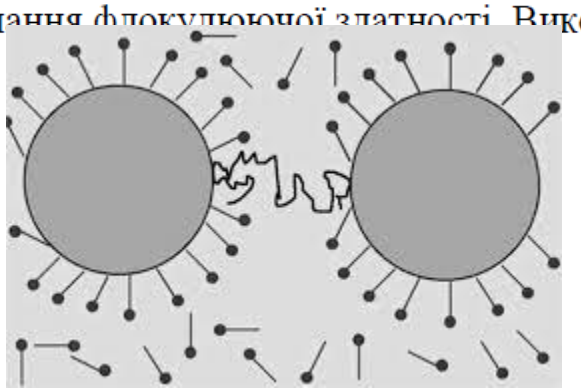
Рисунок 2 – Приклад розгорнутої конфігурації полімерного завитку

- *Низькозаряджені* — вміст іонних груп на 1 моль речовини складає приблизно 10%.
- *Середньозаряджені* — вміст іонних груп 25%.
- *Високозарядженні* — 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.



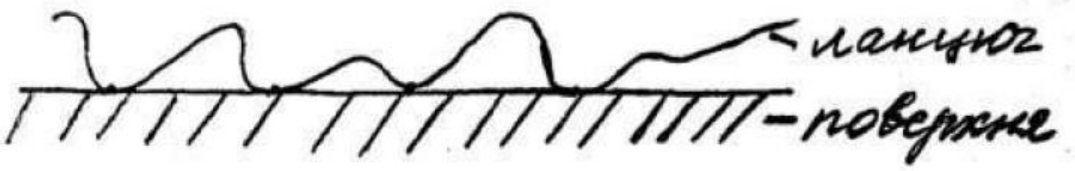


Рисунок 3 – Найбільш прийнята модель адсорбованого полімерного ланцюга

Зазвичай адсорбційну взаємодію зумовлюють:

1. Електростатична взаємодія;

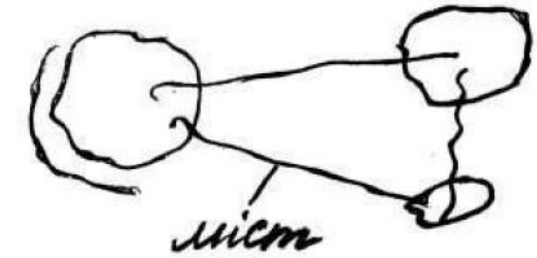


Рисунок 4 – Схема адсорбції довголанцюгових полімерів на частинках

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 "містkового 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.

$$Ф=V/Cmin,$$

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

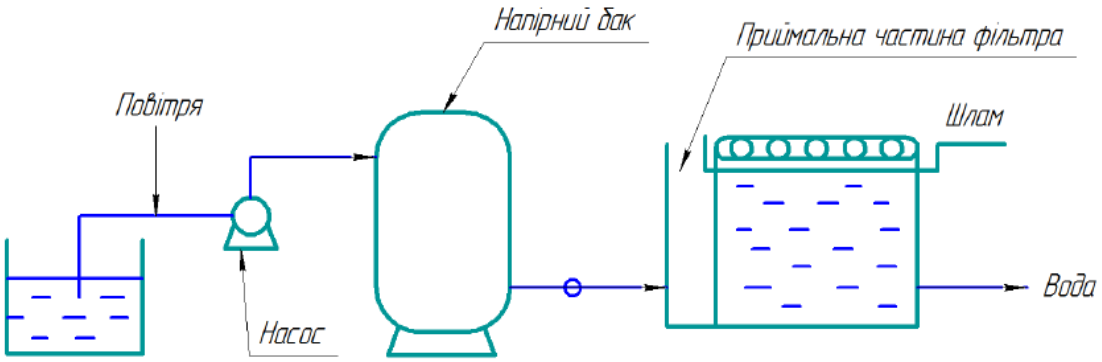
1.2 Стадії процесу флотації

2 Способи флотаційної обробки промислових стічних вод

3 Флотація при виділенні повітря з розчину

3.1 Напірна флотація

Пряма 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) тоншання 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.

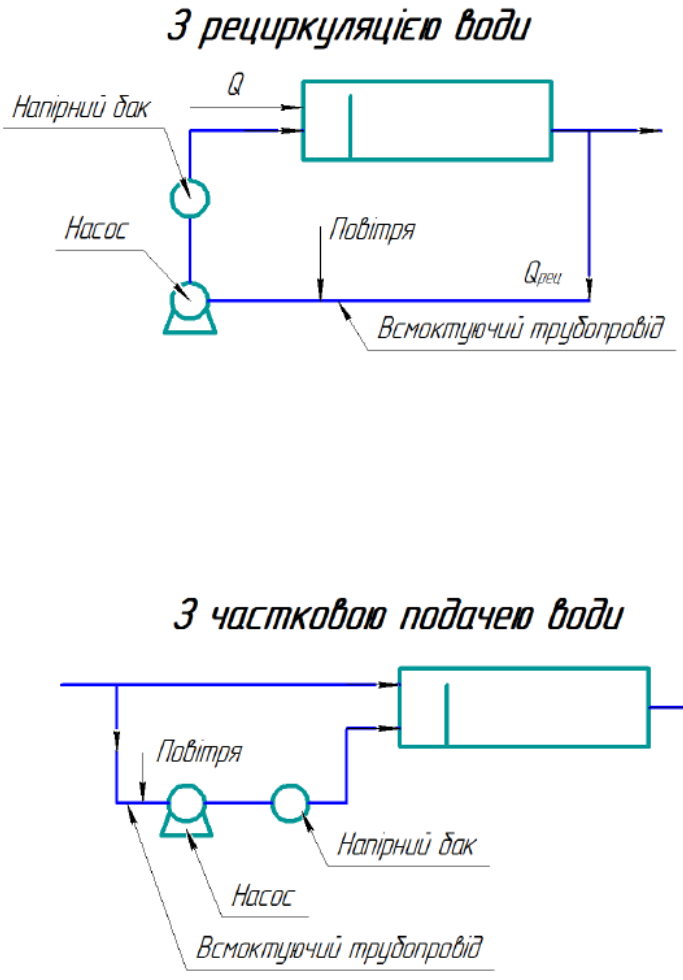
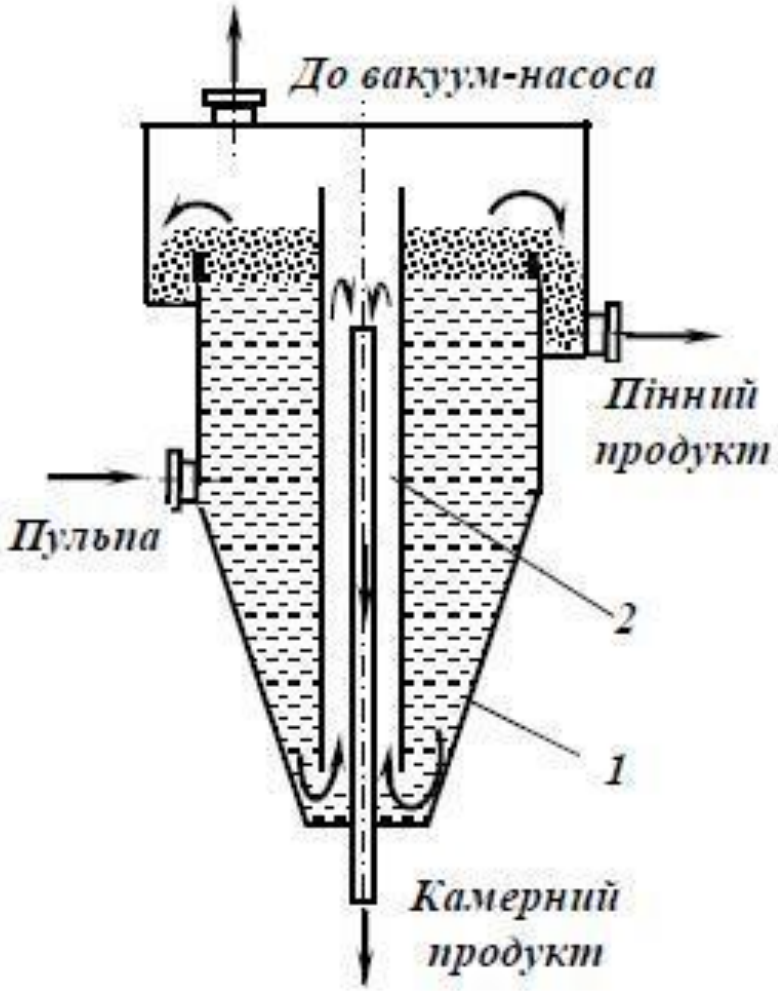


Рисунок 1 – Схеми напірної флотації


До вакуум-насоса
Пінний продукт
Пульпа
2
1
Камерний продукт

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.

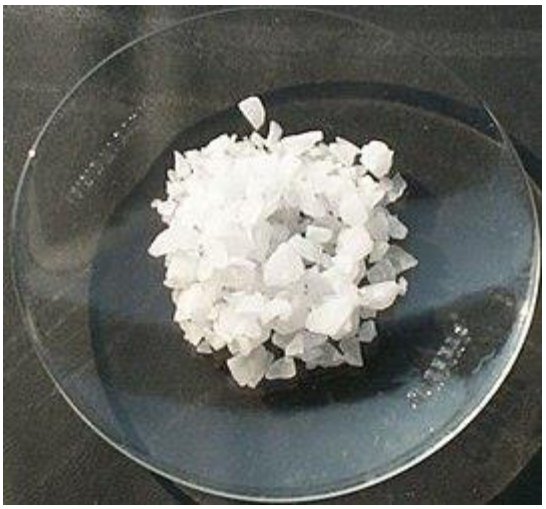
Тема Реагентне господарство

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 сірчанокислий (глинозем сірчанокислий) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

Глинозем сірчанокислий марки БМ

Глинозем сірчанокислий технічно очищений



містить не менш 40,3% Al2(SO4)3 (не менш 13,5% Al2O3), не більш 1,5% заліза в перерахуванні на Fe2O3 і не більш 1% нерозчинних у воді домішок. Поставляється навалом чи у вигляді 45-50%-го розчину [по A12(SO4)3 □18H2O], температура замерзання якого - 12градусів.

Общие	
Традиционные названия	сернокислый алюминий
Хим. формула	$Al_2O_{12}S_3$
Рац. формула	$Al_2(SO_4)_3$
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 $[Al_2(OH)_5Cl]\cdot 6H_2O$

Аміак рідкий NH_3

Амоній сірчанокислий або сульфат амонію ·

Гексаметафосфат натрію технічний $(NaPO_3)_6$

Гіпохлорит натрію NaClO

Залізо оксидне сірчанокисле $(Fe_2(SO_4)_3\cdot 7H_2O)$

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 HCI

Кислота фтористоводородна HF

Натрій кремнійфтористий технічний Na_2SiF_6

Натрій фтористий технічний NaF

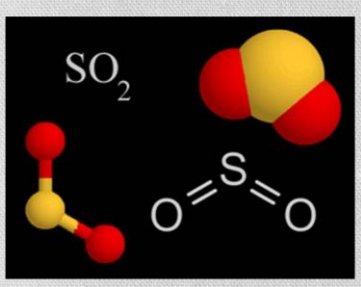
Оксид алюмінію

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 сульфітів 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

Сульфіт натрію технічний, кристалічний $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$

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

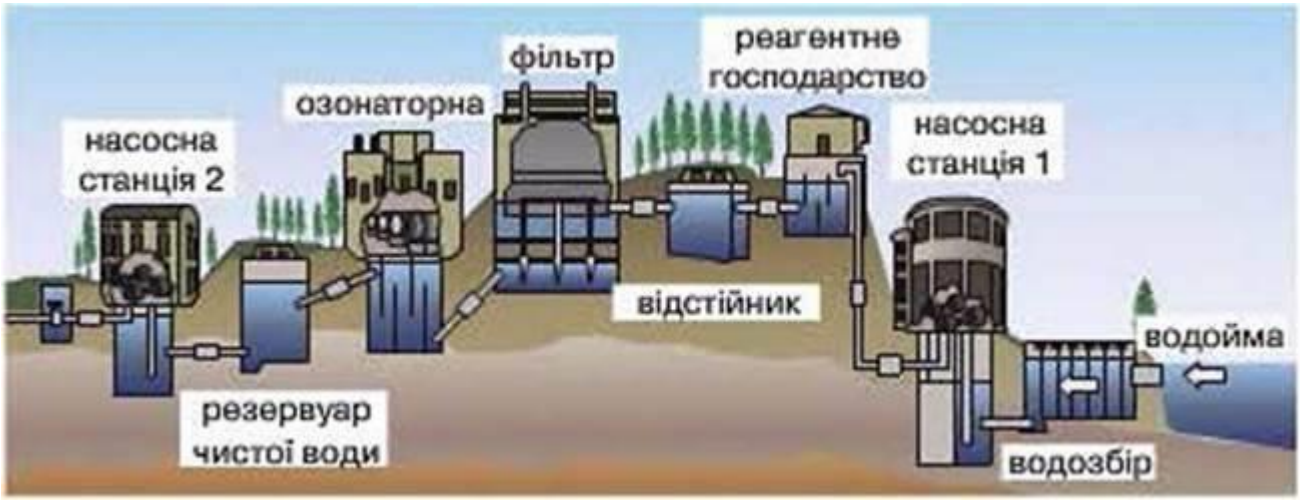
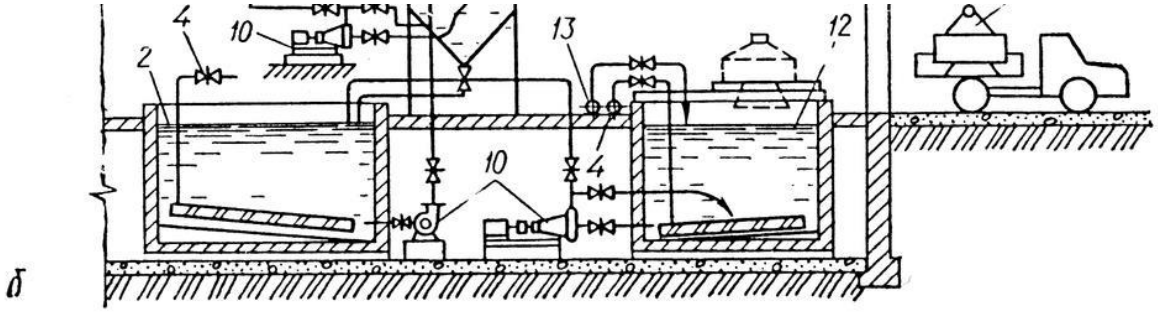


Схема водопідготовки

Обладнання реагентного господарства

Пристрої для розчинення коагулянтів



Розчинні та витратні баки

Концентрація розчинів у перерахуванні на $Al_2(SO_4)_3$, %	15,7	17,1	18,2	19,5	20,75	21,1
Очищений коагулянт, %	30	33	35	37	40	45
Температура замерзання, °С	-5	-8	-9	-10	-11	-12

У розчинних баках на відстані 0,5 м. над дном влаштовуються колосникові грати з дощок, покладених на ребро з прозорами 12-15мм. Під ґратами розташовуються дірчасті труби для подачі стиснутого повітря. Труби виготовляються з поліетилена, 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

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + 16ккал$$

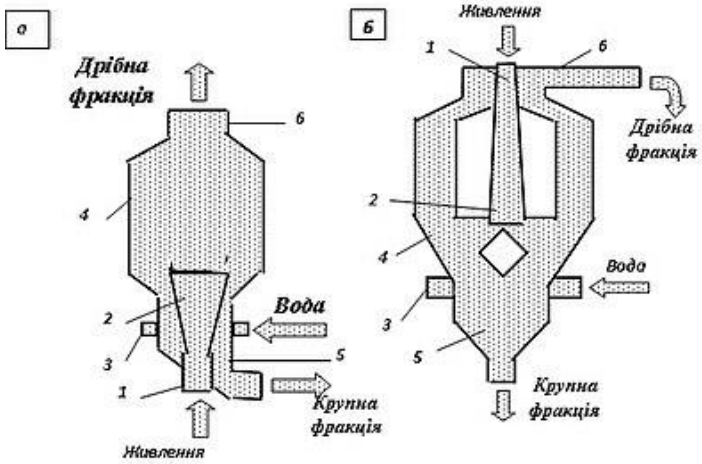


Рис. – Гідравлічні класифікатори з вертикальним потоком пульпи.
а – прямотечійний вертикальний класифікатор;
б – протитечійний вертикальний класифікатор.
1 – живильна труба; 2 – дифузор; 3 – водяний колектор; 4 – камера розділення; 5 – розвантажувальний конус; 6 – зливна труба.

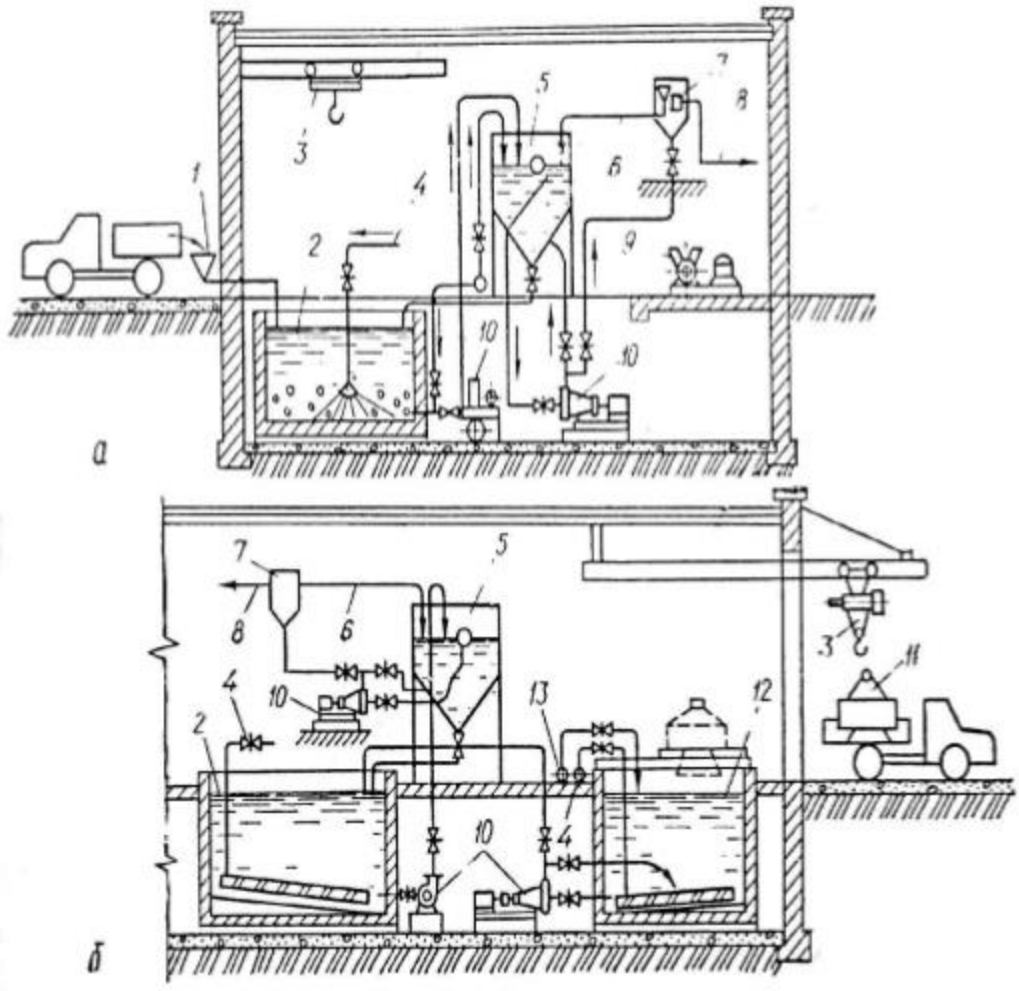


Рис.8.7. *Схема вапняного господарства, що використовує привезне вапняне молоко (а) або тісто (б):1 – лійка для зливу 30%-го вапняного молока; 2 – бак-сховище 30%-го вапняного молока; 3 – кран-балка або таль з електроприводом; 4 – трубопровід для подачі стиснутого повітря; 5 – циркуляційна мішалка для 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.

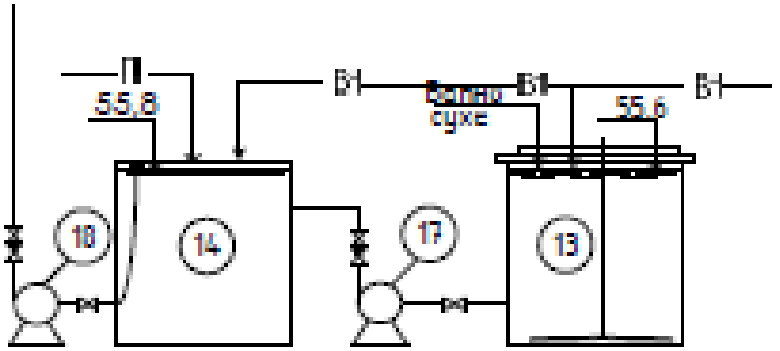


Схема приготування розчину вапна

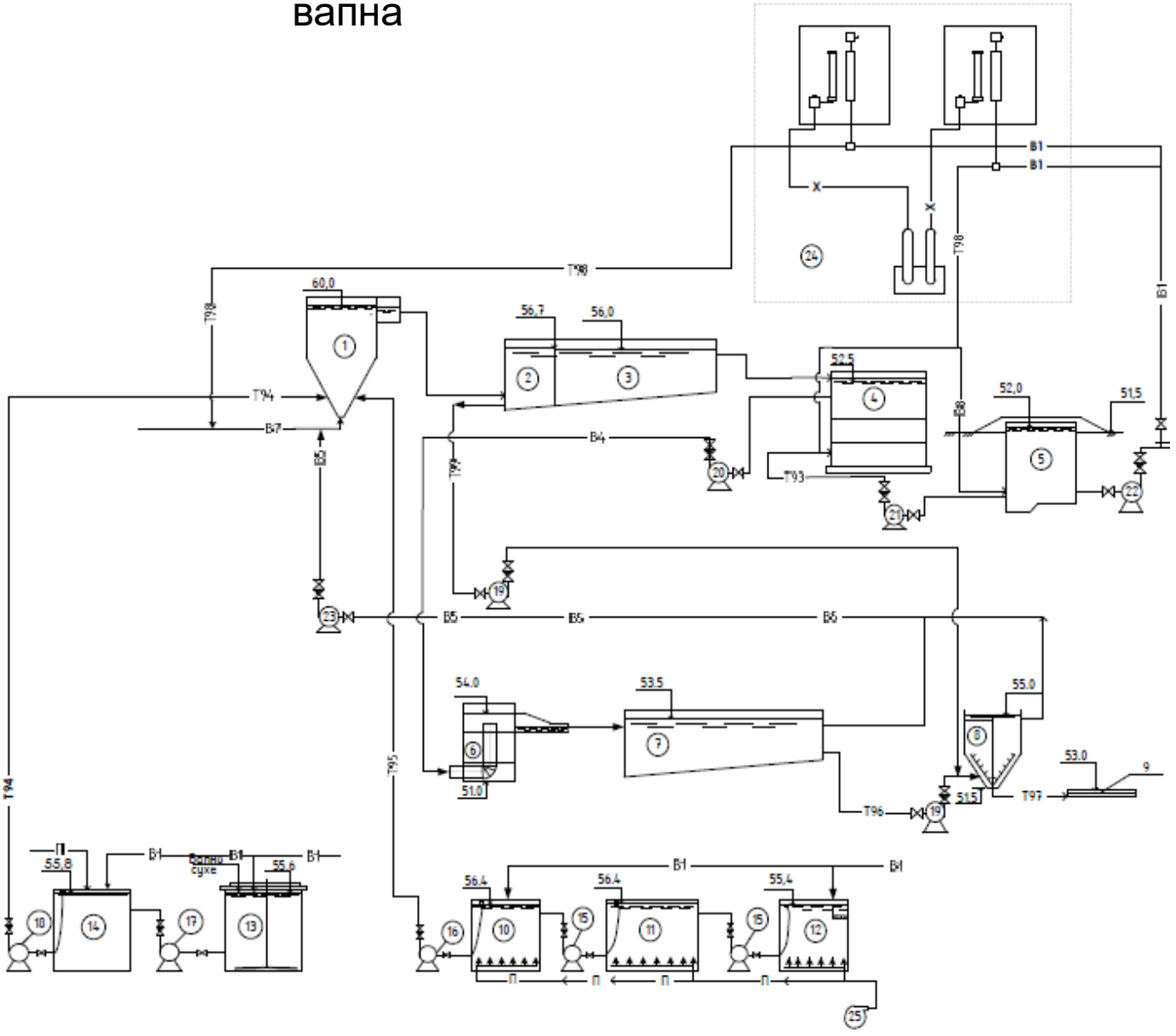
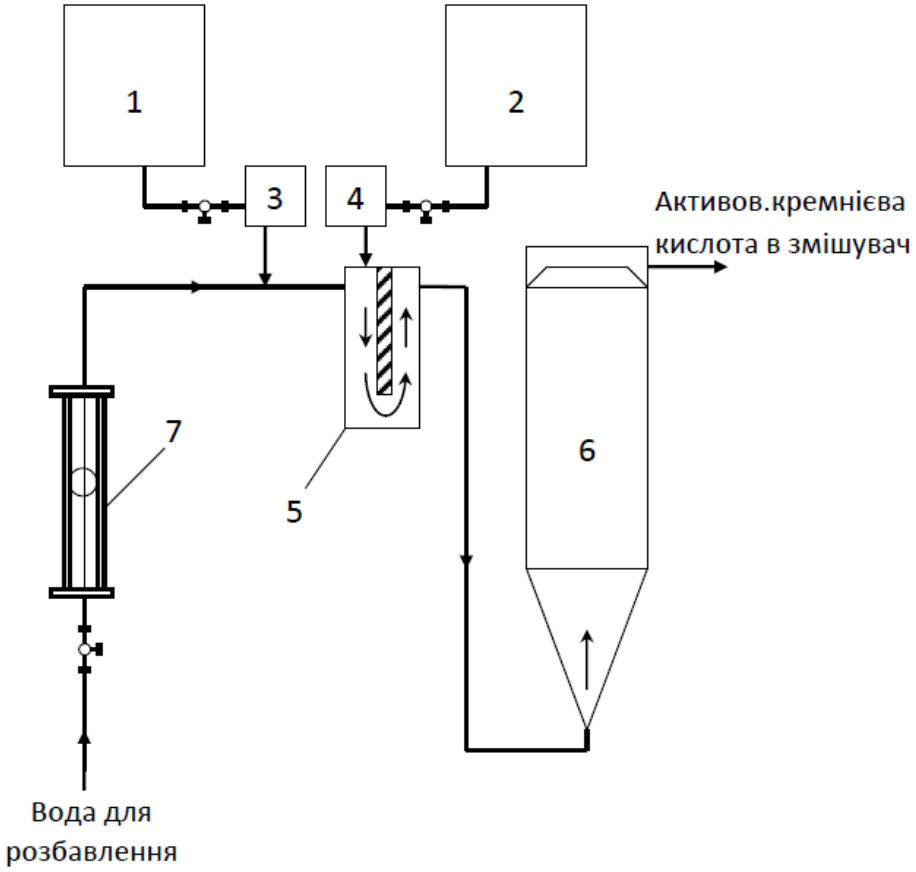


Схема водопідготовки

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 конусу 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 м/с^2;

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

$C_ш$ - коефіцієнт опору залежний від числа Рейнольду 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)

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

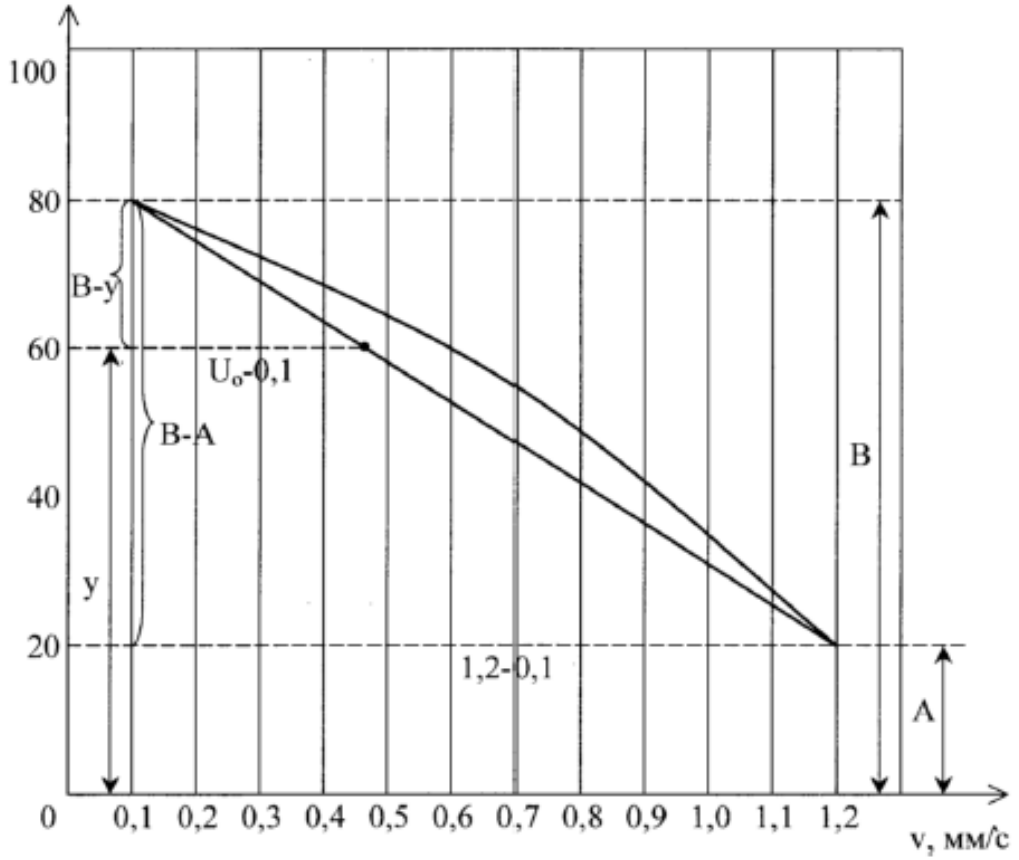
При значеннях 2<Re<500 - Сш = 18.5 / Re0.6 .

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

$$v = 3.3\, g\, (\rho_4 - \rho_p)\, d \quad ,$$

Запис показника осадження

$\frac{A}{B} = \frac{10}{20} \div \frac{20}{60}$ – повінь, $\frac{A}{B} = \frac{5}{15} \div \frac{45}{40}$ – межень



Графік показника осадження завислих речовин

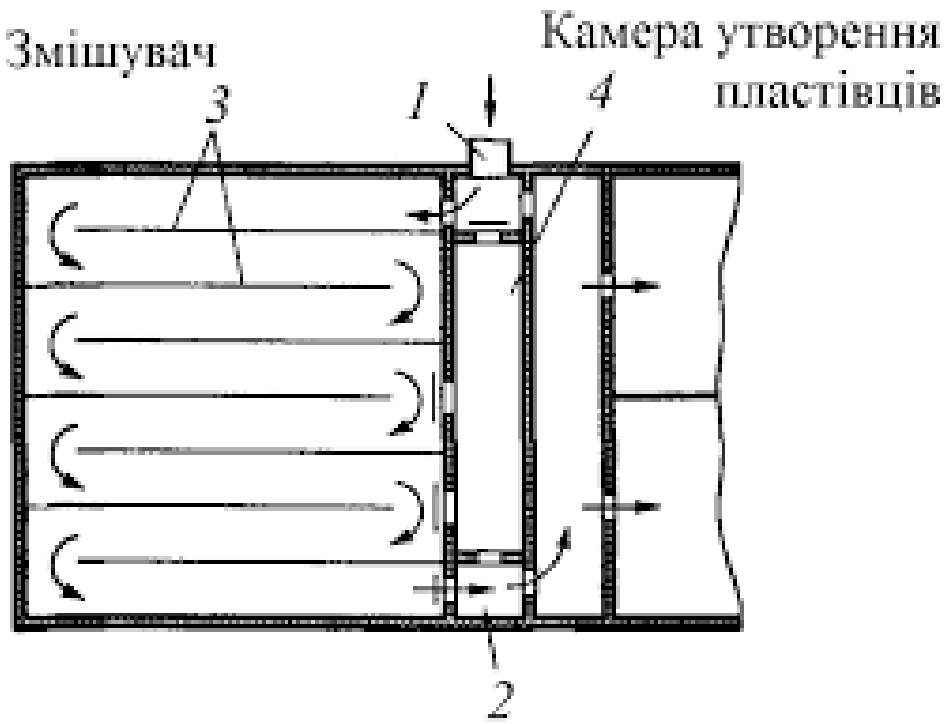
Наприклад, кількість завислих речовин M_n =24мг/л:

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

де y - заданий % (відсоток) вилучення відстійником завислих речовин, який встановлюється так : $y = \frac{M_n - M_к}{M_n} \cdot 100 = \frac{24 - 10}{24} 100 = 59\%,$

M_n - початкова каламутність, мг/л ;

$M_к$ - кінцева каламутність, мг/л.

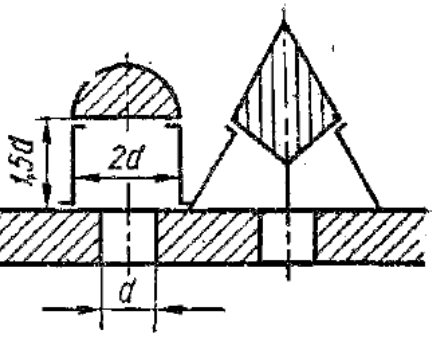


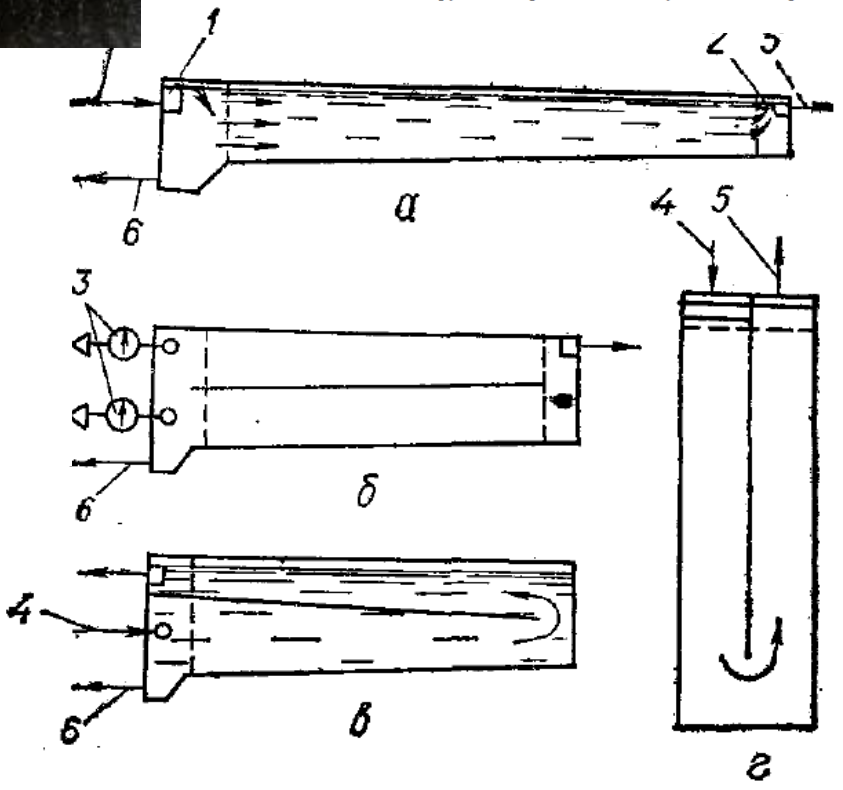
2.

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, м^3/год;

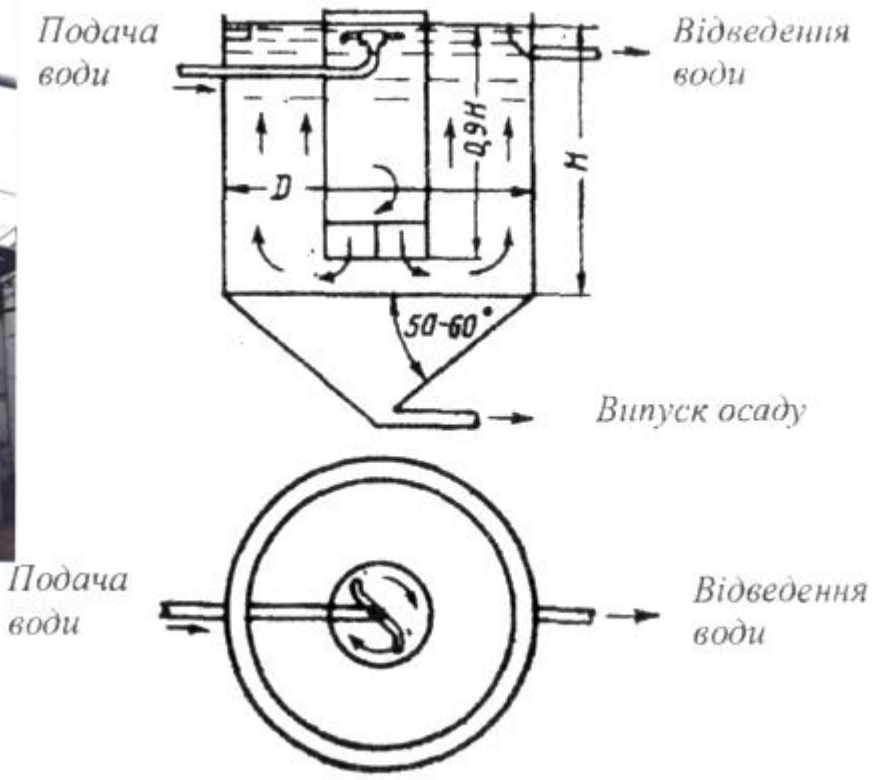
U_o - швидкість випадання завислих речовин, мм/с;

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

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

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

Вертикальні відстійники



Площу зони осадження розраховують по формулі:

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

де q - розрахункова потужність, м^3/год;

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

N_p - кількість відстійників;

$\beta_{об}$ - 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:

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

де $W_{ос.ч}$ - об'єм зони накопичення і ущільнення осаду, м^3;

δ - концентрація осаду в зоні осадження, г/м^3;

$M_{осв}$ - кількість завислих речовин в освітленій воді, яка виході із відстійника (8-15 г/м^3);

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

$$C_{з.р.} = M + K_к\, Д_к + 0{,}25\, K + B_в\,,$$

де M - кількість завислих речовин у воді, яка йде на очистку, г/м^3;

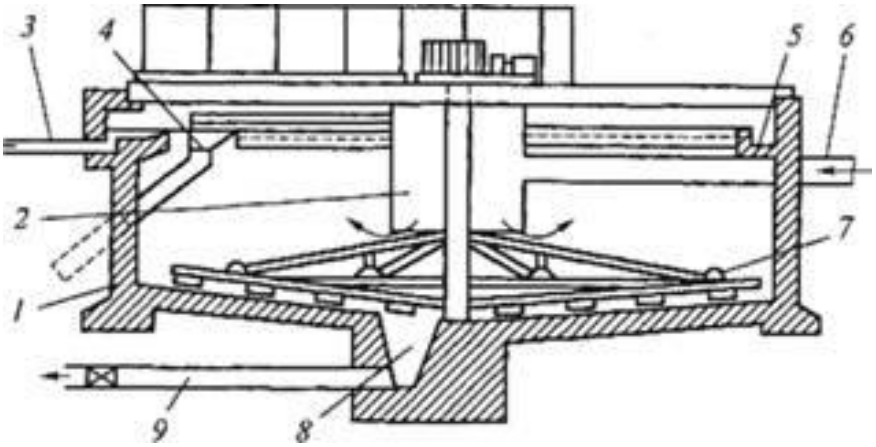
$Д_к$ - доза коагулянту по безводному продукту, г/м^3;

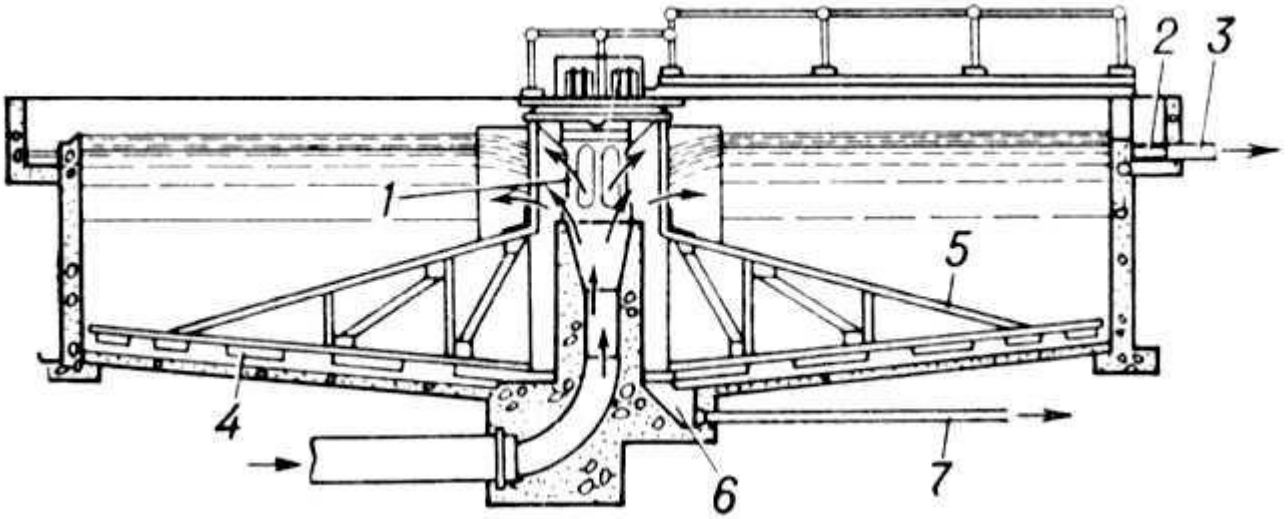
$K_к$ - коефіцієнт, який приймають для очищеного сірчанокислого алюмінію - 0,5; хлорного заліза - 0,7;

K - кольоровість води, град.;

$B_в$ - кількість нерозчинених речовин, які вводяться з вапном.

Радіальні відстійники.





Тонкошарові відстійники

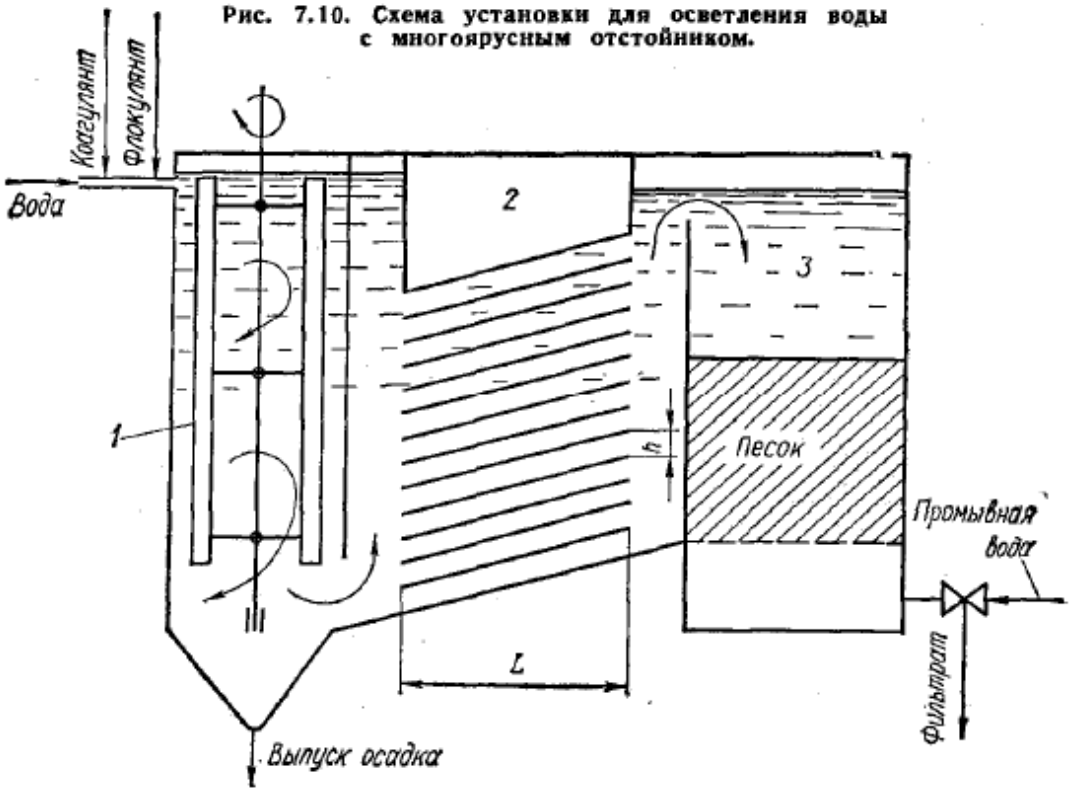


Рис. 7.10. Схема установки для осветления воды с многоярусным отстойником.

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

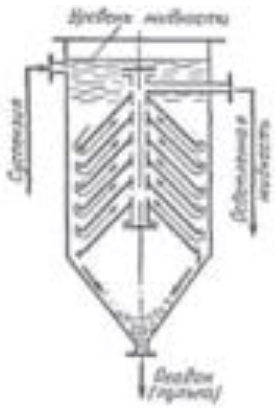
Освітлення води в гідро- і мультіциклонах.

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

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

R - радіус обертання часток завислих речовин, м.

Отстойник непрерывного действия с коническими полками



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

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

d - еквівалентний діаметр частки, см;

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

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

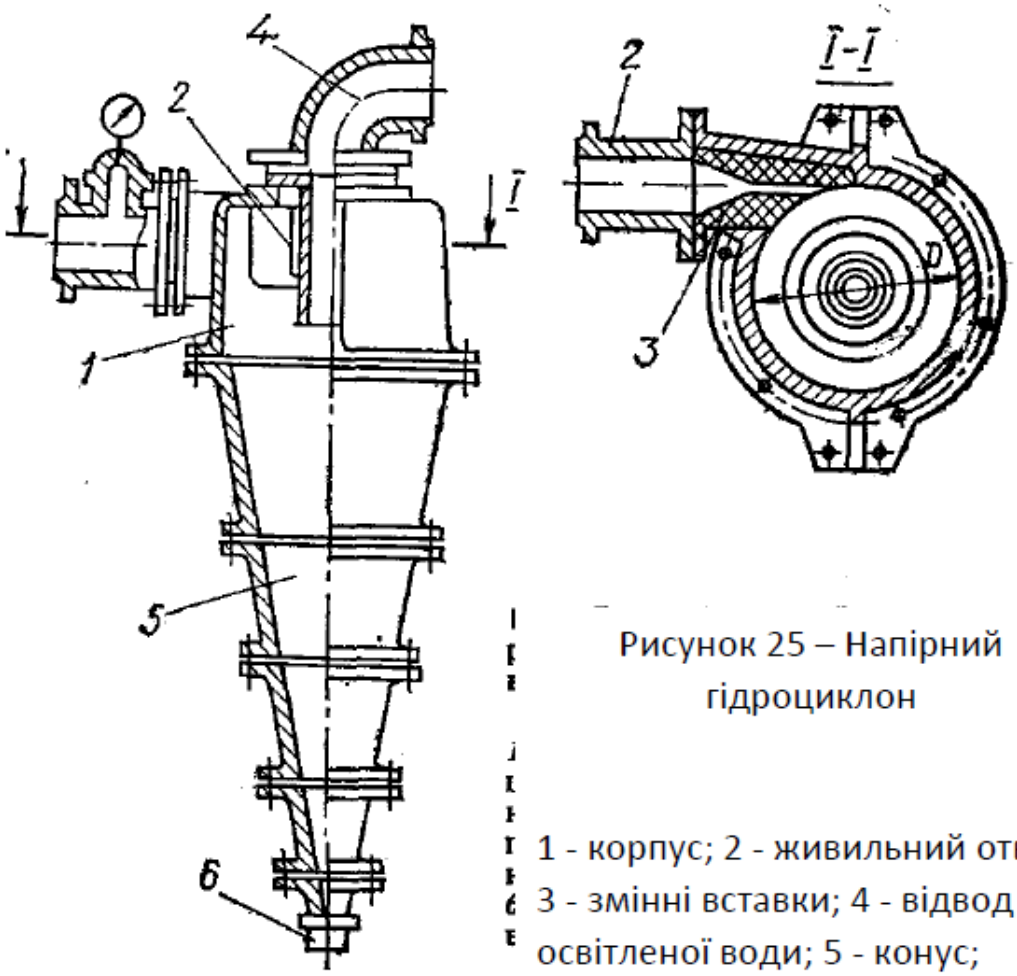


Рисунок 25 – Напірний гідроциклон

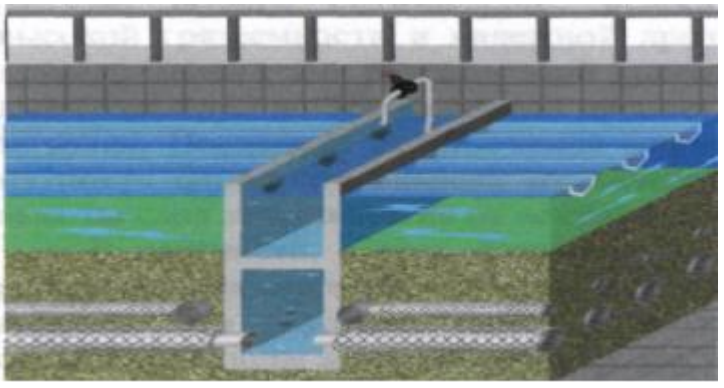
1 - корпус; 2 - живильний отвір; 3 - змінні вставки; 4 - відвод освітленої води; 5 - конус;

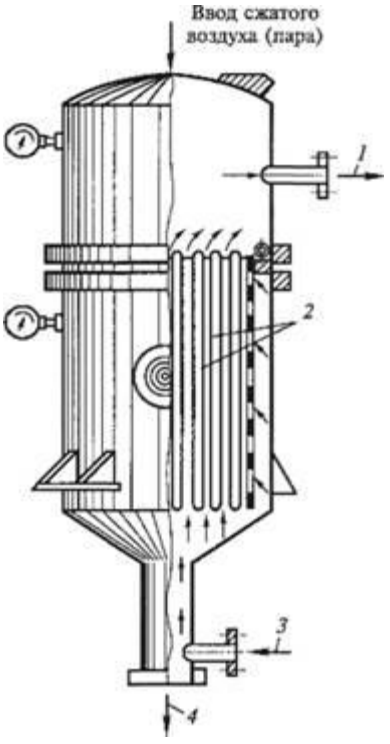
6 - змінна насадка для випуску

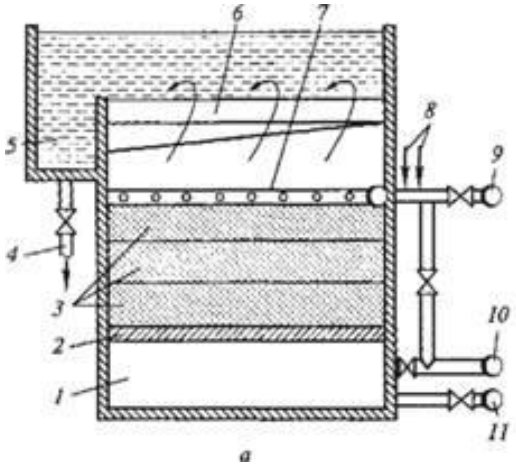
Лекція. Видалення домішок з води фільтруванням

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

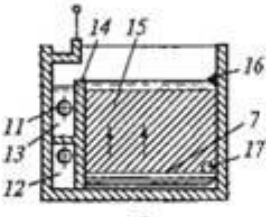
1) *зернисті,* в яких фільтруючий шар складається із зерен піску, дробленого кварцу, антрациту, мармуру, магнетиту і ін.;
2) *сітчасті,* в яких фільтруючим елементом є сітка з отворами достатньо малими, спроможними затримувати завислі речовини із води;
3) *тканинні,* в яких фільтруючим шаром являється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



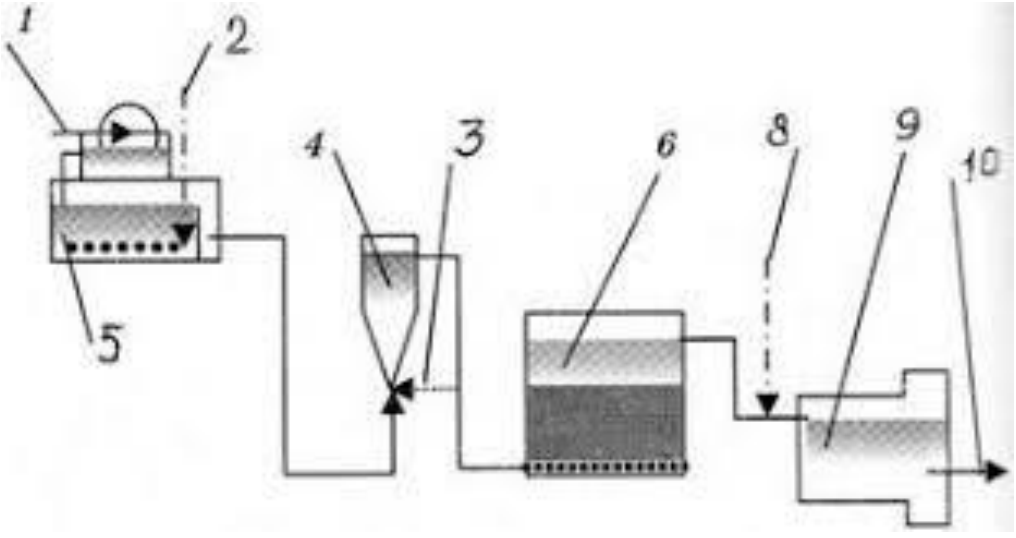




а



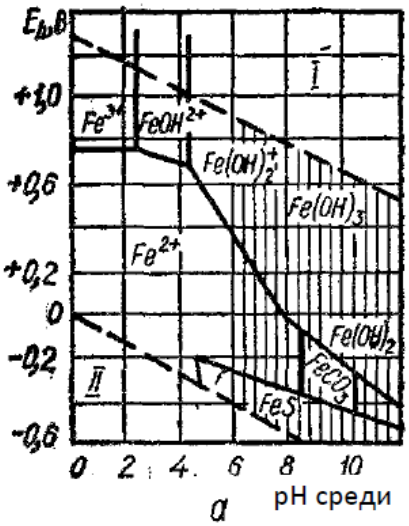
б


1
2
4
3
6
8
9
10
5

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.



а

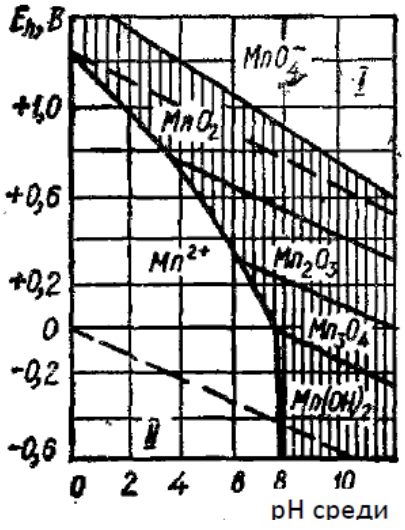


Рисунок 1 – Діаграма Пурне, відображаюча стан з'єднань заліза і марганцю в залежності від pH води і окислювально-відновного потенціалу

I – окислювальне середовище;

II – відновне середовище.

$$4Fe^{2+} + 8HCO_3^- + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow + 8CO_2\uparrow .$$

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, $T_{загальну}$ і $T_{карб.}$., 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.

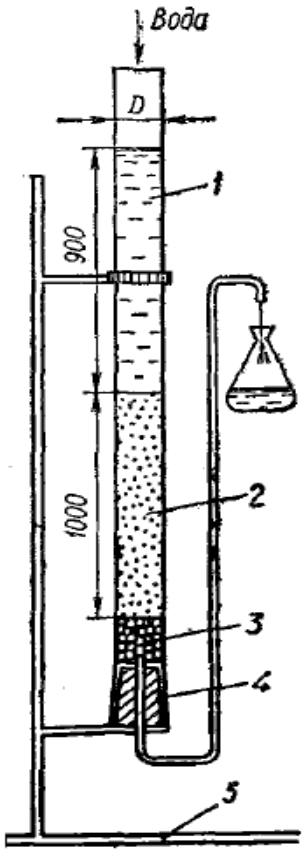
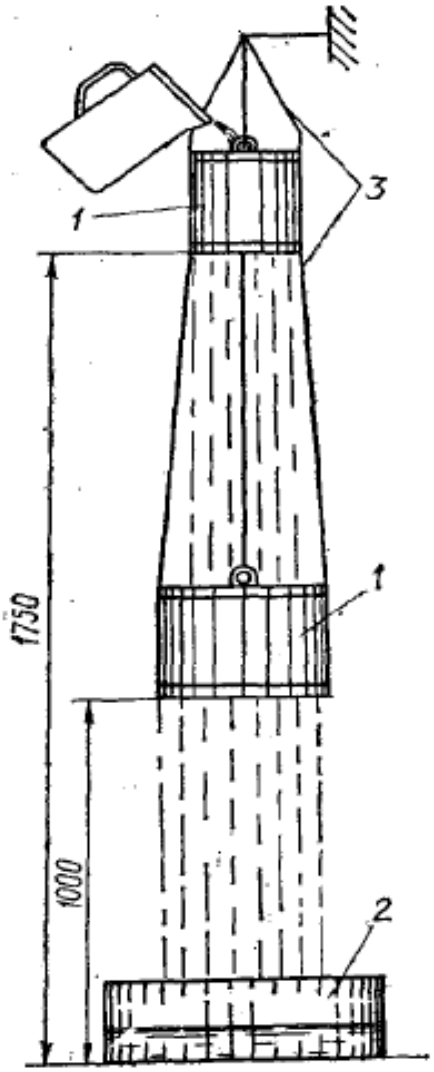


Рисунок 2 – Схема лабораторного фільтра:

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



приладу для пробного

знезалізнення води:

1 – аераційна судина;

2 – скляна судина;

3 – капронові нитки.

Знезалізнення підземних вод.

Метод спрощеної аерації – для вод з вмістом заліза загального більше 10мг/л. (в тому числі Fe^{2+}>70%) при pH>6,8, лужності >1 + Fe^{2+}/28 мг-екв/л, H_2S<0,5мг/л, окислюваності перманганатній більше (0,15Fe^{2+}+5) мг/л O_2. Аеруванням видаляється гідрокарбонат Fe, що є неміцним, легко гідролізуючимся з'єднанням:

$$Fe(HCO_3)_2 + 2H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_2 + 2H_2CO_3$$

$$2Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 .$$

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

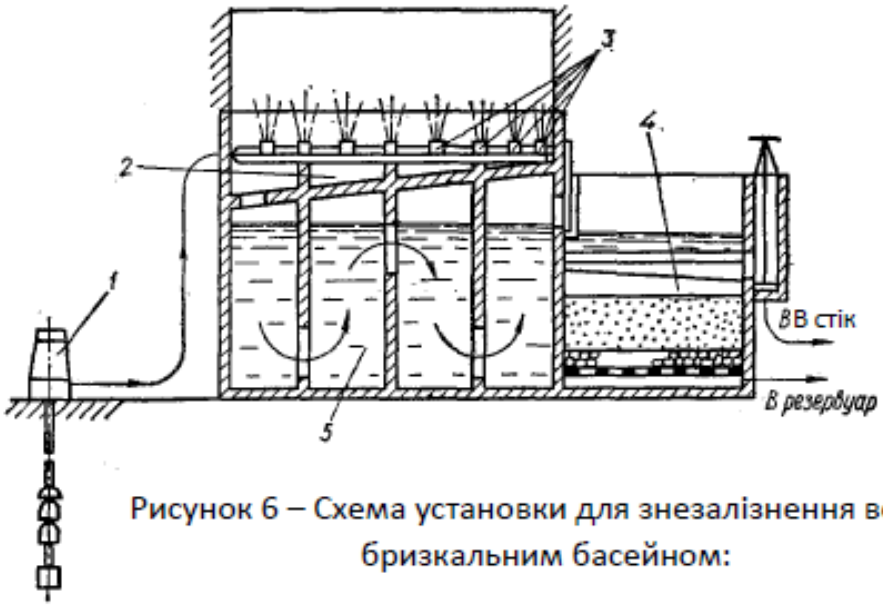


Рисунок 6 – Схема установки для знезалізнення води з бризкальним басейном:

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

Інколи для знезалізнення води використовують напорні установки закритого типу (рис. 38) з вводом 4 м^3/год повітря на кожний кілограм видаляє мого із води заліза.

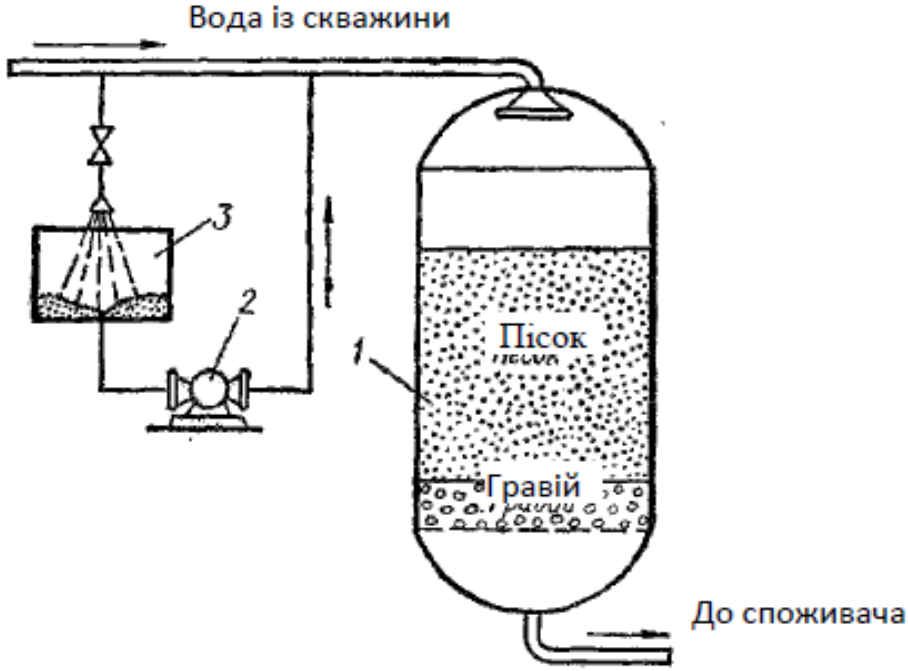


Рисунок 7 – Схема установки для знезалізнення підземних вод з вводом повітря вихровим насосом

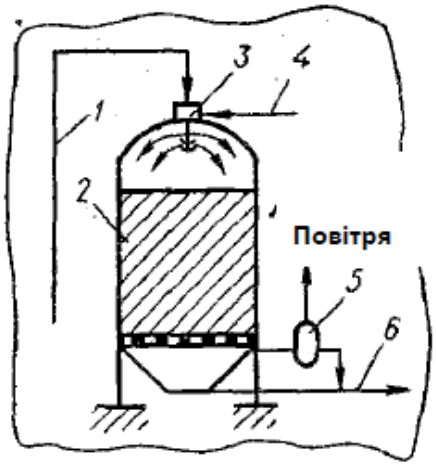
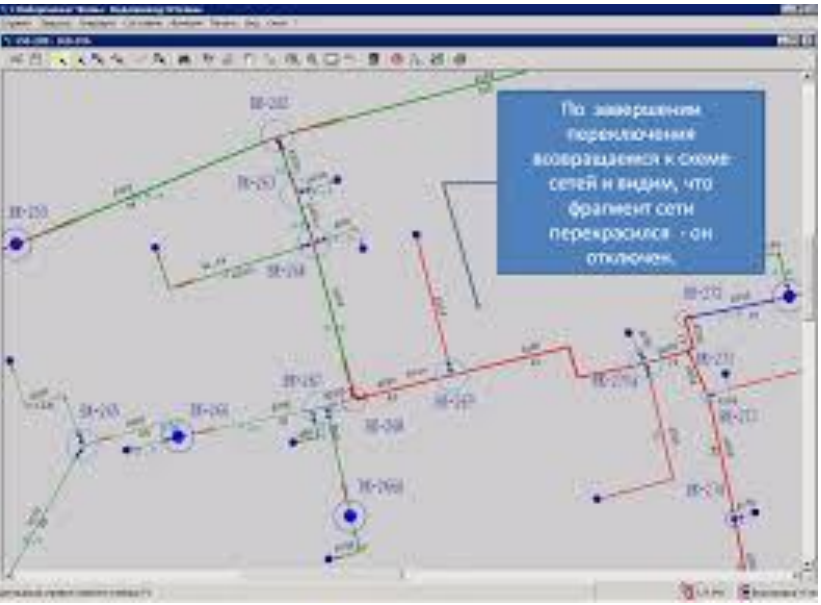


Рисунок 8 – Схема установки для знезалізнення води методом «сухої» фільтрації

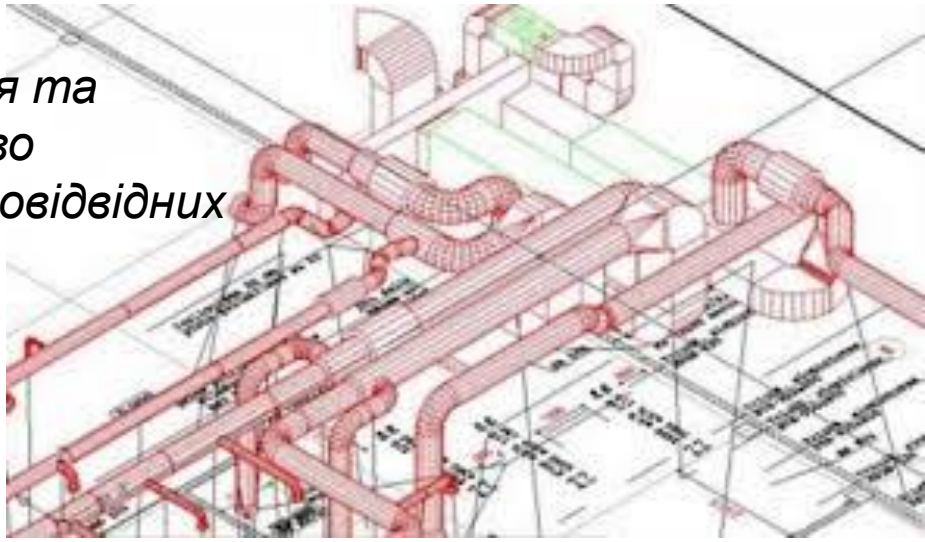
1 – подача початкової води; 2 – напірний фільтр; 3 – насадка з розбризкувачем; 4 – подача стисненого повітря; 5 – повітрявідділювач;

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