

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ВСТУП

Навчально-науковий інститут нафти і газу

РОЗДІЛ 1. УМ

Кафедра прикладної екології та природокористування

1.1 Категорії характеристик очисних споруд водопроводу

1.2 Основні реагенти, що випадають із складу осаду

1.3 Типи споруд, у яких утворюється осад

1.3.1 Двофазні відстійні **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

1.3.2 Горизонтальні відстійні до класифікаційної роботи магістра

1.4 Об'єм осаду, що утворюється із СКЗ

1.5 Фактори, що впливають на темп розроблення заходів походження з осадами

1.6 Завдання дослідження **стічних вод комунальних очисних споруд»**

РОЗДІЛ 2.2 ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ОСАДКУ ОСВ

2.1 Особливості утворення осаду ОСВ та його основні властивості

Виконала: Студентка групи 601МТЗ **Куцай Ірина Олегівна**

Спеціальність 181 Технології захисту навколишнього середовища

Керівник: **Степова О.В, д.т.н., професор**

2.2.1.2 Заморозування-відтавання

Рецензент: **Чугай А.В.**

Декан природного факультету

Одеського державного екологічного університету

д.т.н., професор Чугай А.В.

1.1 Вологість за відст сухої речовини

1.2 Елементарний склад осаду

Полтава - 2022

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. УМОВИ УТВОРЕННЯ ОСАДУ НА ОСВ

- 1.1 Коротка характеристика очисних споруд водопроводу
- 1.2 Основні реагенти, що впливають на склад осаду
- 1.3 Типи споруд, у яких утворюється осад
 - 1.3.1 Двоярусні відстійники блоку
 - 1.3.2 Горизонтальні відстійники блоку
- 1.4 Об'єм осаду, що утворюється на ОСВ
- 1.5 Фактори, що лімітують скидання водопровідних осадів у каналізацію
- 1.6 Завдання дослідження

РОЗДІЛ 2. ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ОСАДКУ ОСВ

- 2.1 Особливості утворення осаду ОСВ та його основні властивості
- 2.2 Управління осадами стічних вод
 - 2.2.1 Методи кондиціонування осаду перед зневодненням
 - 2.2.1.1 Реагентна обробка
 - 2.2.1.2 Заморожування-відтавання
 - 2.2.2 Технології механічного зневоднення
 - 2.2.3 Напрями утилізації

РОЗДІЛ 3. Вивчення складу та властивостей вихідного осаду ОСВ

- 3.1 Склад осадів
 - 3.1.1 Вологість та вміст сухої речовини
 - 3.1.2 Елементний склад осаду

3.1.3 Гранулометричний склад осаду

3.2 Водовіддаюча здатність

3.2.1 Питомий опір фільтрації

3.2.2 Термоліз

3.3 Старіння

3.4 Висновки

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СХЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ВОДОПРОВІДНИМ ОСАДКОМ

4.1 Обробка водопровідного осаду

4.2 Утилізація водопровідного осаду

4.2.1 Скидання осаду в поверхневі водотоки та водоймища, поховання у відкритому морі, закачування в підземні горизонти

4.2.2 Зневоднення осаду в шламонакопичувачах

4.2.3 Зневоднення осаду на мулових майданчиках

4.2.4 Штучне заморожування та розморожування осаду

4.2.5 Механічна обробка осаду

4.3 Порівняння технологій зневоднення осаду

4.3.1 Камерний фільтр-прес

4.3.2 Стрічковий прес

4.3.3 Декантер

4.3 Висновки

РОЗДІЛ 5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ОСАДУ ОСВ ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Відомо, що підготовка води для господарсько-питних цілей призводить до утворення значних обсягів осадів. За приблизними оцінками щодня у світі утворюється близько 10 000 тонн осадів станцій водопідготовки (за сухою речовиною), і ця величина зростає зі збільшенням водоспоживання. Екологічні вимоги до розміщення таких осадів постійно посилюються. Разом з тим, осадки водопровідних станцій мають значний потенціал як продукт, придатний для повторного використання у виробництві вогнетривкої кераміки, будівельних матеріалів, сільському господарстві, лісівництві тощо. В даний час відсутні уніфіковані методи обробки осадів очисних споруд водопроводу, оскільки властивості осадів визначаються якістю води у вододжерелі та технологією водопідготовки. Крім того, водопровідні осадки мають низьку водовіддаючу здатність у поєднанні з високою вологістю, що досягає 98-99%, що ускладнює їхнє механічне зневоднення. Очисні споруди водопроводу щорічно виробляють близько 2 млн. кубометрів осадів, які в даний час перекачуються на міські очисні споруди каналізації та обробляються спільно зі стічними водами.

Актуальність роботи полягає у необхідності наукового та комплексного підходу у створенні технологій обробки осадів стічних вод комунальних очисних споруд.

Метою роботи є вивчення механізмів поведінки з осадками стічних вод комунальних очисних споруд

Завдання дослідження:

1. Виявити недоліки існуючої схеми утворення осадів на комунальних очисних спорудах.
2. Вивчити склад осадів стічних вод та виявити фактори, що впливають на їх властивості.
3. Вивчити методи кондиціонування осаду стічних вод.
4. Дати рекомендації щодо технології обробки осаду та напрямків його подальшої утилізації.

РОЗДІЛ 1.

УМОВИ УТВОРЕННЯ ОСАДІВ НА ОСВ

1.1 Коротка характеристика очисних споруд водопроводу

Очисні споруди водопроводу призначені для підготовки води питної якості централізованої системи водопостачання міст. Проектна продуктивність очисних споруд водопроводу становить 975 000 м³/добу.

Паркан та попереднє очищення від завислих та плаваючих забруднень необхідної кількості води проводиться двома водозаборами берегового типу із суміщеними насосними станціями першого підйому. Також у насосній станції першого підйому здійснюється підлужування води та обробка перманганатом калію при необхідності. Далі вода надходить у камеру перемикачів, де встановлені комерційні прилади обліку води, що подається і звідки вода подається на все блоки водопідготовки. Очисні споруди представлені двома схемами очищення: принципом двоступінчастої схеми очищення працюють блоки № 1, 2 та 3, одноступінчастою схемою – блоки № 4 та 5. На блоки № 1, 2 та 3 вихідна вода подається через блок мікрофільтрів, де швидкошвидкий трубчастий змішувач плоскопаралельного типу подається коагулянт. У цьому ж будинку знаходиться точка введення первинного хлору. Далі вода подається в камери пластівців. Перед камерами пластівцевтворення вводиться флокулянт. При одноступінчастій схемі очищення вихідна вода надходить із КП-1 на мікрофільтри, розташовані в будинках блоків № 4 і 5. Після мікрофільтрів вода прямує в контактну камеру, куди вводиться хлор. Коагулянт подається в трубопровід за допомогою швидкодіючого змішувача. У вхідний колектор перед контактними освітлювачами вводиться флокулянта. Промивання фільтрів всіх блоків здійснюється промивними насосами із забором води на промивання із резервуарів чистої води. Для знезараження води використовують хлорну воду. Вторинне хлорування здійснюється перед резервуарами чистою води. З резервуарів чистої води

вода подається до мережі міста трьома насосними станціями другого підйому. Від очисних споруд водопроводу вода подається до міста по семи основним водоводам. Для прийому промивних вод та осадів існують дві насосні станції. Промивні води утворюються від промивання фільтрів, мікрофільтрів, контактних освітлювачів та баків реагентного господарства. Осади утворюються при продуванні, скиданні та промиванні відстійників. Насосна станція працює спільно з блоками № 4 та 5, де освітлені (відстояні) промивні води перекачуються в «голову» споруд для повторної обробки.

1.2 Основні реагенти, що впливають на склад осаду

Режими реагентної обробки води в різні періоди року та види застосовуваних реагентів встановлюються на основі даних фізико-хімічних, санітарно-бактеріологічних та технологічних аналізів, а також досвіду водопідготовки.

На ОСО використовуються такі реагенти: - коагулянти (сульфат алюмінію; оксихлорид алюмінію), флокулянти (FL- 4540; AN-905), перманганат калію, вапно будівельне [1]. На блоках № 1–3 для коагуляції використовуються сульфат алюмінію та флокулянт AN-905. Технічні та технологічні характеристики використовуваних реагентів представлені у таблиці 1.1. Введення коагулянтів призводить до агрегації завислих частинок за рахунок нейтралізації заряду та хімічного зв'язування. В результаті застосування коагулянтів відбувається дестабілізація колоїдної суспензії та утворення мікропластів. Попередня обробка води такими окислювачами, як перманганат калію, хлор підвищує ефективність коагуляції. Це пояснюється тим, що хлор руйнує органічні сполуки при попередньому хлорюванні води (перед введенням коагулянту). Кількість поляризованих груп зменшується за рахунок окиснення негативно заряджених іонів, тобто. частинки стають більшими «Нейтральними», висота бар'єру відштовхування знижується. Твердий коагулянт $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ (I сорт Al_2O_3) використовується цілий рік. Це речовина 2-го класу небезпеки, вміст її в питній воді має перевищувати 0,2 мг/л [2]. До флокулянтів відносяться неорганічні

або органічні високомолекулярні сполуки (полімери), здатні утримувати на активних центрах своїх макромолекул по кілька забруднюючих воду колоїдних частинок. Велика молекулярна маса флокулянтів сприяє утворенню містків між мікропластів і формування макропластівців (флокул). Вміст флокулянту в питній воді трохи більше 2 мг/л. Флокулянти використовуються для інтенсифікації процесів коагуляції, переважно в період паводку та літнього "цвітіння".

Робочі дози реагентів підбираються методом пробного коагулювання (флокулювання) у лабораторії технологічного аналізу. Вапно використовується тільки в паводок при дефіциті лужного запасу. Тривалість використання від 10 до 30 днів. У період 2016 року року вапно в паводок не застосовувалося. Перманганат калію вводиться за потребою у такі періоди: у паводок; у період цвітіння при появі у чистій воді запаху та присмаку та при підвищенні окислюваності чистій воді до значень, що перевищують 5 мг/л. Дози перманганату калію становлять 0,1 мг/л (по Mn).

Таблиця 1.1

Технічні та технологічні характеристики використовуваних реагентів

Реагент	ГОСТ	Марка, сорт	Активна речовина	содержани е активного вещества, %	Робочі дози, мг/л
Алюміній Сірчаноокислий очищений технічний	ГОСТ 12966-85	висший 1 сорт 2 сорт	Al_2O_3	$\leq 16,3$ $\leq 15,0$ $\leq 14,0$	4–50 по $Al_2(SO_4)_3$
флокулянт AN-905	—	—	поліакриламід	90	0,05–0,20
Гашена і негашена повітряна • Вапно	ГОСТ 91-79-77	1 сорт 2 сорт 3 сорт	$CaO + MgO$	90 80 70 (на сухий	до 5 мг/л по CaO

				продукт)	
перманганат Калію	ГОСТ 5777-71	1 сорт 2 сорт	KMnO ₄	99,0 98,0	0,05 –1,0
хлор рідкий	ГОСТ 6718-86	-	Cl ₂	99,5	Первинний хлор: 5-6; Вторинний хлор: 1,2-1,3

Хлорування води проводиться цілий рік з метою окислення органічних домішок води (первинне хлорування) та для знезараження (вторинне хлорування). У чистій воді забезпечуються наступні концентрації: залишковий вільний хлор – 0,3–0,5 мг/л; залишковий зв'язаний – 0,8–1,2 мг/л.

1.3 Типи споруд, у яких утворюється осад

На очисних спорудах водопроводу осади (шламові води) утворюються на блоках № 1, 2 та 3 при реалізації двоступінчастої схеми очищення води відстійники – швидкі фільтри. Осади формуються в горизонтальних та двоярусних відстійниках і скидаються під час продування і повного випорожнення відстійників [3]. Продування здійснюється протягом 15 хв з періодичністю 1 раз на 3-4 дні у літній період та 1 раз на 7–10 днів у зимовий період за графіком. Скидання відстійників з промиванням здійснюється в плановому режимі за періодами року:

- 1) перед паводком;
- 2) у період літнього «цвітіння» води у водосховищі.

1.3.1 Двоярусні відстійники блоку №1

На блоці №1 наразі працюють три черги із загальною продуктивністю 150 000 м³/добу. У кожній черзі є по три камери пластівця утворення вертикального типу розміром у плані 9,0х4,5 м, заввишки 5,6 м-коду. На вході до розподільного каналу перед камерами пластівця утворення знаходяться точки введення флокулянта. Блок №1 має дев'ять двоярусних відстійників горизонтального типу, по три у кожній черзі.

Відстійник є прямокутний залізобетонний резервуар. Технологічні параметри роботи відстійника вказані в таблиці 1.2, а його конструкція показана на малюнку 1.1. Відомо, що відстоювання води у горизонтальних відстійниках неоднорідно по вертикалі. Можна виділити дві основні зони: перша – зона осадження, друга – зона накопичення та ущільнення осаду. Зону осадження називають також зоною вільного осадження, оскільки в ній окремі частинки та їх агрегати підпорядковуються законам вільного падіння під впливом сили тяжіння. Сфлоковані частинки випадають в осад зі швидкістю, постійною висотою зони. Теоретично у верхній частині зони вільного осадження щільність системи практично дорівнює густині рідини, що надходить на відстоювання. У нижній частині зони осадження зверху вниз густина наростає. З підвищенням концентрації сфлокованих частинок при відстоюванні взаємодією між ними вже не можна нехтувати – режим осадження переходить з вільного в стиснений. Швидкість обмеженого осадження пластівців менше швидкості вільного осадження. В результаті спочатку цього процесу ефективність відстоювання підвищується, однак, перевищення деякої критичної концентрації, процес переходить у стадію уповільненого відстоювання. Швидкість осадження різко знижується. Двоярусний відстійник відрізняється збільшеною вдвічі площею відстоювання порівняно одноярусним відстійником тих самих розмірів у плані. Особливістю роботи двоярусного відстійника є також те, що вода, що очищається з камер пластівцетворення надходить на нижній поверх відстійника, що проходить по ньому в горизонтальному напрямку, у протилежній торцевій стіні відстійника піднімається на верхній поверх та рухається у зворотному напрямку. Потім через водозливну стінку переливається у збірний канал та відводиться на фільтри. Таким чином, зона осадження та зона накопичення (і згущення) осаду в двоярусному відстійнику розділені. Нижній ярус двоярусного відстійника представляє собою конструктивно виділену зону накопичення осаду. У верхньому ярусі створюються сприятливі умови для формування зони вільного осадження, у верхній частині якої утворюється шар освітленої води.

Додатковий ефект освітлення двоярусних відстійників обумовлений утворенням у зоні повороту потоку води зваженого шару пластівців коагульованої

суспензії [4]. У таких умовах реалізується не об'ємне, а контактне коагулювання, що покращує гідравлічні умови очищення та інтенсифікує пластівництво за рахунок каталітичного впливу раніше сформованої суспензії. Особливо актуальна такого роду інтенсифікація у разі низької каламутності води, що очищається.

Для видалення осаду з відстійників застосовують їхнє скидання, оскільки досвід експлуатації показав неефективність їх продування. Період роботи перед скиданням становить від 5 у літній період до 15 діб у зимовий період року.

Таблиця 1.2

Технологічні параметри роботи відстійника

Конструкційні особливості	Розмір, м	Технологічний режим		
		Швидкість руху води, мм/с	Час перебування хв	Ефект освітлення, %
Загальна довжина ярусу	32	0,25–0,30	60–70	40–60
Довжина відстійної зони	30			
Загальний шлях руху води	60			
Висота ярусу	2,8			
Загальна висота	5,6			
Ширина відстійника	9			
Об'єм відстійника	≈1500			

Контроль ефективності освітлення води у відстійнику ведуть за допомогою регулярних відборів води на виході з відстійника за значеннями кольоровості та каламутності. Відбір роблять за допомогою батометрів.

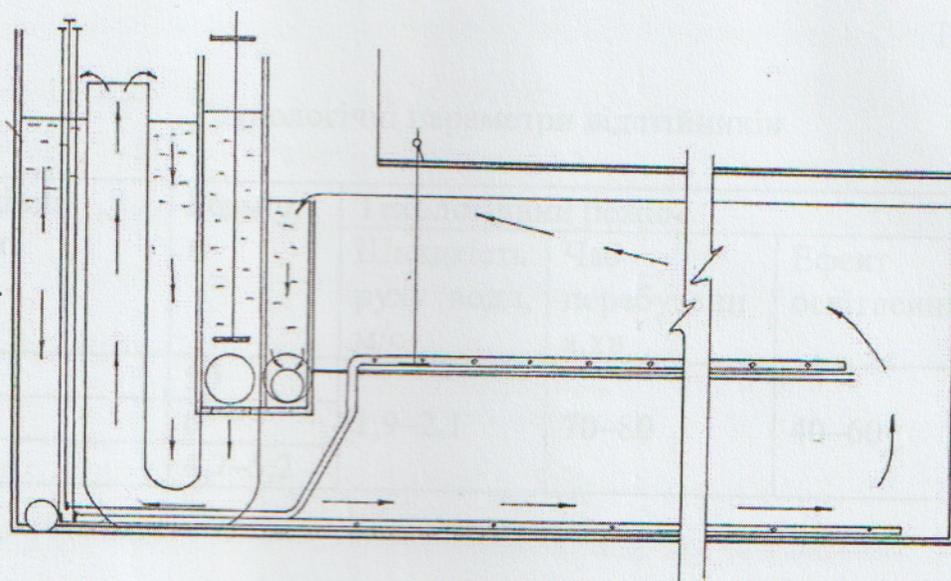


Рисунок 1.1 – Схема конструкції двоярусного відстійника горизонтального типу

1.3.2 Горизонтальні відстійники блоку №2

До складу блоку № 2 входять 20 горизонтальних одnoseкційних відстійників та 10 швидких фільтрів. Продуктивність блоку – 200 000 м³/доб.

Вода з водосховища проходить через блок мікрофільтрів, де подається коагулянт та первинний хлор. Далі водоводами здійснюється подача води в камери пластівцеутворення блоку № 2. Перед камерами пластівцевтворення за допомогою швидкодіючих змішувачів вводиться флокулянт.

Камери пластівцевтворення вихрового типу поєднані з горизонтальні відстійники. Кожна камера є залізобетонний прямокутний резервуар у плані з розміром 6,0x3,6 м. Нижня частина, розміром 6,0x1,5 м, виконана пірамідальною. Після камер пластівництва вода надходить в одноярусні горизонтальні відстійники блоку № 2. Кожен із відстійників являє собою залізобетонний резервуар, прямокутний у плані, розміром 50,0x6,0 м, висотою від 4,7 до 5,2 м. Об'єм відстійника – 1500 м³. Дно відстійника має ухил 0,01 у бік камери пластівців. Для видалення осаду з відстійників застосовують їх продування. Період роботи перед скиданням становить 5 – 15 діб. Технологічні параметри відстійників зазначені у таблиці 1.3.

Технологічні параметри відстійників

Конструкційні особливості	Розмір, м	Технологічний режим		
		Швидкість руху води, м/с	Час перебування, хв	Ефект освітлення, %
Довжина	50	1,9–2,1	70–80	40–60
Ширина	6			
Висота	4,7–5,2			

Конструкція горизонтальних відстійників наведена на малюнку 6. Площа відстоювання за такої конструкції становить 300 м^2 , у той час як для двоярусних відстійників блоку № 1 з урахуванням загальної довжини відстійної зони ця величина сягає 540 м^2 . Крім того, в одноярусному горизонтальному відстійнику відсутня виражена межа між зонами осадження та накопичення осаду. Висота зони накопичення осаду орієнтовно становить 3-3,5 м від низу споруди. Спрощено вважається, що сфлоквані частинки у відстійнику осідають так само, як і в нерухомому обсязі води. Останній переміщується у горизонтальному напрямку зі швидкістю, що дорівнює швидкості руху води у відстійнику. На практиці в рідині, особливо в зоні входу потоку, може виникати турбулентність за рахунок труднощів у реалізації гідравлічного розподілу потоку по вертикалі, різниці локальних температур, обурень, пов'язаних із зміною складу води, що надходить [4]. Крім того, формування та накопичення осаду знижує робочу площу перерізу. В результаті виникають конвекційні потоки, що перемішують вміст відстійника, розмивають зони освітлення, осадження та накопичення осаду. Конвективні потоки можуть знижувати ефективність освітлення. У той же час, умови для накопичення і ущільнення осаду в одноярусних відстійниках менш сприятливі порівняно з двоярусними.

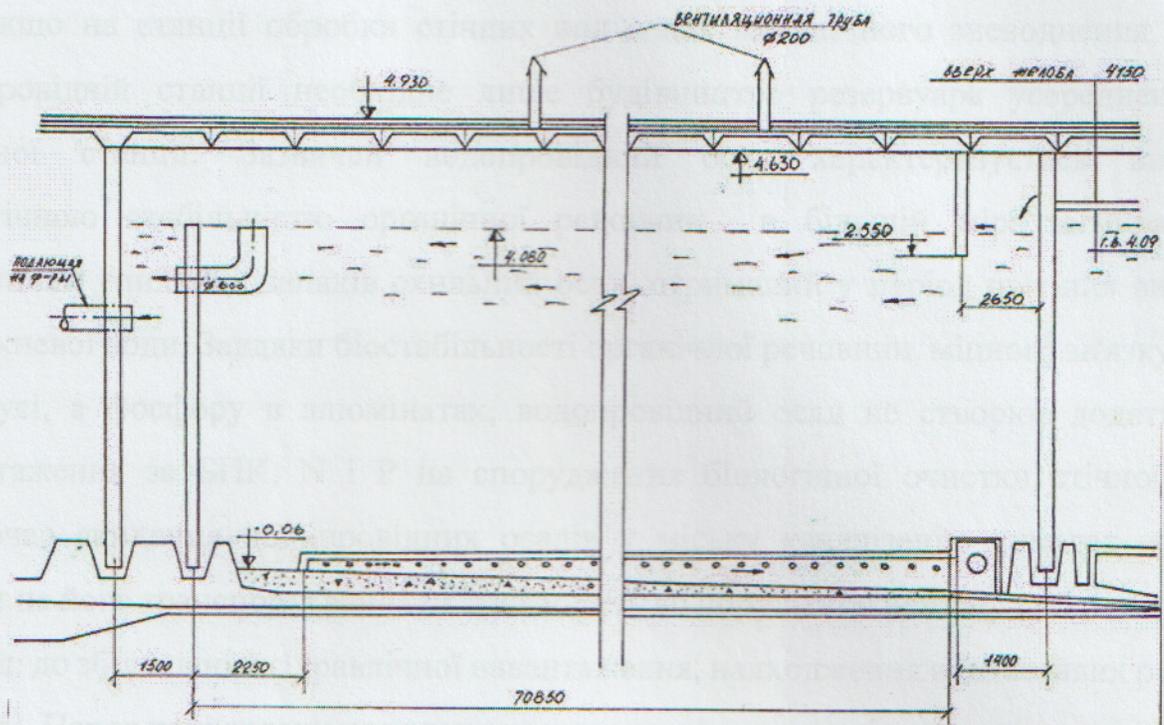
Продуктивність блоку № 3 становить $250\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$. До складу блоку входять 10 двокоридорних горизонтальних відстійників та 10 швидких фільтрів. Вихідна вода надходить на блок після мікрофільтрів, аналогічно блокам № 1 та 2. Камери пластівця утворення зі зваженим шаром осаду (10 шт) поєднані з горизонтальними

відстійниками. Кожна камера представляє собою залізобетонний резервуар, квадратний у плані, розміром 12х12 м, заввишки 5,1 м-коду. Горизонтальний відстійник – прямокутний залізобетонний резервуар з розмірами у плані 12х76 м, висота 4,7-5,1 м. У кожній секції відстійника розташовані два перфоровані коробки для продування та скидання відстійника, які з'єднуються з каналізаційним колектором. Конструктивні особливості та технологічний режим відстійника наведено у таблиці 1.4 і рисунку 1.2. Дно відстійника має поздовжній ухил $i=0,005$ у напрямку, зворотному руху води та поперечні ухили в кожному коридорі до коробки, для видалення осаду. Період роботи відстійників перед скиданням 5- 20 діб. Конструктивно відстійники блоку №3 відрізняються від відстійників другого блоку. Довжина відстійників блоку № 3 у 1,5 рази більша; площа відстоювання значно перевищує аналогічний показник для відстійників другого блоку; наявність секціонування створює додаткові переваги та покращує гідравлічні умови відстоювання; розрахункова швидкість руху води у відстійниках блоку № 3 істотно нижче порівняно з аналогічним значенням для другого блоку.

Таблиця 1.4

Конструктивні особливості та технологічний режим відстійника

Конструкційні особливості	Розмір,м	Технологічний режим		
		Швидкість руху води, м/с	Час перебування, хв	Ефект освітлення, %
Довжина	75	0,23–0,25	70–80	40–60
Ширина загальна	12			
Ширина секції	5,65			
Висота	5,2			



1.5 Фактори, що лімітують скидання водопровідних осадів каналізацію

Осади водоочисних станцій без будь-якої обробки представляють собою рідкі системи, щільність яких близька до густини води. Такі осади без будь-якої обробки транспортуються на очисні споруди каналізації вивізним способом, окремо виділеною трубою або разом із побутовою каналізацією. Далі осади оброблятимуться спільно зі стічними водами міста. Така схема реалізується в даний час на комунальних очисних спорудах майже в усіх містах України. Розглянемо переваги та недоліки спільної обробки водопровідних та каналізаційних осадів.

При спільній обробці осадів використовується залишкова флокулююча здатність реагентів, що застосовуються для водопідготовки; спостерігається розведення потенційно небезпечних речовин у каналізаційному осаді. Гідрооксид алюмінію, що міститься у водопровідному осаді, сприяє осадженню фосфору побутових стічних вод. У суміші зі зброженими осадами стічних вод водопровідний осад піддається зневодненню, але при цьому потрібна підвищена доза флокулянту, приріст у межах 0,5–1 кг/т сухої речовини [4]. Скидання осаду в каналізацію та її обробка спільно з міськими стічними водами особливо ефективні умов великих міст

[5]. Якщо на станції обробки стічних вод є цех механічного зневоднення, то на водопровідній станції необхідне лише будівництво резервуара усереднення та насосної станції. Зазвичай водопровідний осад характеризується високою біологічною стабільністю органічної речовини в більшій мірі загнивання з виділенням гнильних запахів схильний осад, отриманий у період цвітіння вихідної поверхневої води. Завдяки біостабільності органічної речовини, міцного зв'язку азоту в гумусі, а фосфору в алюмінатах, водопровідний осад не створює додаткового навантаження за БПК, N і P на спорудження біологічної очистки стічної води. Водночас скидання водопровідних осадів у міську каналізацію вимагає високих витрат на його транспортування та призводить до порушення режиму роботи очисних споруд: до збільшення гідравлічної навантаження, надходження невластивих речовин та ін [5]. Перед направленням водопровідних осадів на станцію очищення стічних вод необхідно з'ясувати такі обставини: шлях проходження осаду по каналізаційній мережі та гідравлічне навантаження на мережу; вплив осаду на процес обробки стічних вод та на ступінь очищення; можливість більш рівномірного перекачування осаду в каналізаційну мережу; можливість замулювання каналізаційної мережі. Показано, що одним із лімітуючих факторів використання спільної обробки осадів є відстань між очисними спорудами водопроводу та каналізації – економічно вигідним є відстань менше 5-6 км [5]. При скиданні водопровідних осадів у каналізацію кількість осадів, що утворюються на станції очищення стічних вод, зазвичай зростає на 2-3%, максимально - на 10-20%. Прийом водопровідного осаду в період паводку надає значний вплив на інтенсивність праці очисних споруд каналізації, т.к. внаслідок підвищення каламутності поверхневих вод кількість водопровідного осаду зростає приблизно вдвічі. Оскільки в цей же період надходження осадоутворюючих забруднень у каналізаційну мережу з території міста збільшується, то сумарна дія двох паводкових факторів призводить до збільшення витрати суміші сирого осаду та надлишкового мулу на 20-30% порівняно з міжпаводковим періодом [5]. Для вирішення цієї проблеми необхідне апаратне згущення надмірного активного мулу. Слід враховувати, що осад висококольорових вод відрізняється поганими седиментаційними властивостями, що може надавати негативне вплив на

ефективність механічного очищення стічної води, вологість сирого осаду, приріст активного мулу, водовіддаючі властивості зброженого осаду.

Показані такі недоліки скидання каналізацію осадів ОСВ:

- Водопровідний осад істотно впливає на кінетику ущільнення мулу в первинних відстійниках: зниження швидкості осадження та ущільнення зважених частинок призводить до збільшення рівня осаду в первинних відстійниках, збільшує ризик вимивання раніше осілих частинок у освітлену воду.
- Потрібне збільшення обсягу та тривалості відкачування сирого осаду для збереження регламентної ефективності затримання зважених речовин, що веде до підвищення вологості сирого осаду в середньому на один відсоток.
- Значного зниження фосфатів у освітленій та очищеній стічній воді не зареєстровано, але при високих навантаженнях водопровідного осаду можливе зниження показників процесу нітрифікації.
- Об'єми сирого осаду та ущільненого надлишкового активного мулу зростають непропорційно кількісному скиду сухої речовини водопровідного осаду.

В результаті прийому 50-60 т/добу (по сухому речовині) осаду водопровідних станцій, що очищають воду з малої кольоровістю та високою каламутністю, об'ємна витрата осаду каналізаційних очисних споруд збільшується на 25%. Прийом водопровідних осадків у кількості 30-40 т/добу (за сухою речовиною) при очищення води з високою кольоровістю та малою каламутністю призведе до збільшення об'ємних витрат каналізаційного осаду на 60-80 %. Причини таких істотних відмінностей - колоїдна природа речовин і високий вміст гідроксиду алюмінію (40-50 % за сухою речовиною) осаді, що виділяється з поверхневих вод з високою каламутністю. При збільшенні дози коагулянту у процесі водопідготовки, технологічні можливості очисних споруд по прийому водопровідних осадів знижуються.

Осад, який планується перекачувати на очисні споруди каналізації, необхідно попередньо обробляти для незворотного поліпшення його седиментаційних властивостей та забезпечувати оптимальний режим подачі осаду на очисні споруди каналізації. Для цього призначені такі заходи [4]:

1) витримка осаду у спеціальних сховищах та його гравітаційне ущільнення осаду, у тому числі із застосуванням флокулянтів.

2) Забезпечення рівномірного (протягом декади, місяця) висновку осаду із споруд водопідготовки до каналізаційної мережі – самостійне та важливе завдання.

У той же час, нерівномірний висновок осадка протягом доби може дати позитивні результати, наприклад, при синхронізації мінімального припливу стічних вод з надходженням основної частини добової витрати водопровідного осаду на очисні споруди.

Були зроблені такі висновки щодо впровадження спільної обробки водопровідних та каналізаційних осадів:

- Перекачування водопровідних осадів на ОСК економічно виправдане за умови централізації механічного зневоднення та інфраструктури з вивезення та розміщення осаду при станціях аерації;

- Прийом водопровідного осаду, особливо від очищення висококольорових природних вод, що призводить до непропорційного збільшення обсягів осадів стічних вод на станції аерації. Це не так суттєво при зневодненні сирого осаду, але для схем, що включають метантенки та ущільнювачі зброженого осаду, створює серйозні технічні проблеми;

- Перспективи утилізації (розміщення) зневоднених осадів стічних вод надають найбільший вплив на вирішення проблеми зневоднення водопровідних осадів. Орієнтація на широке застосування осадів стічних вод як добрива стимулює прийом водопровідних осадів у систему каналізації. Якщо зневоднений осад буде тільки депонуватися, то спільна обробка осадів стає менш економічною, оскільки окремо

зневоднений осад має більш широкі можливості утилізації. Орієнтація на спалювання каналізаційних осадів також буде сприяти виділенню осаду станцій водопідготовки, що володіє високою зольністю та низькою теплотворною здатністю, в окремий цикл переробки.

Таким чином, можна виділити такі фактори, що показують недоцільність перекачування осадів ОСВ для спільної обробки з каналізаційними осадами:

1. Високі витрати на транспортування, т.к. відстань до очисних споруд каналізації значно перевищує економічно виправдані 5-6 км;

2. Нерівномірність надходження водопровідних осадів у каналізаційні мережі, що збільшує навантаження на ОСК, особливо у період паводок;

3. Незадовільні седиментаційні властивості водопровідного осаду, що має гідроксидну природу, що може знижувати швидкість осадження та ущільнення зважених частинок у первинних відстійниках ОСК, збільшувати ризик вимивання частинок, що раніше осіли, в освітлену воду;

4. Збільшення обсягів осадів під час спільної обробки. Оскільки на очисних спорудах каналізації не передбачено механічне зневоднення, збільшення обсягів призводить до відчуження додаткових площ для організації мулових майданчиків;

5. Осад стічних вод є типовим для індустріальних міст з розвинутою металообробною промисловістю та непридатний для використання як добрива. Перспективи утилізації водопровідних та каналізаційних осадів різні, тому доцільно їхнє роздільне зневоднення;

1.6 Завдання дослідження

Існуюча схема спільної обробки водопровідних та каналізаційних осадів, що реалізується в Україні, має ряд недоліків, включаючи економічні та технологічні аспекти.

Метою роботи є вивчення механізмів поводження з осадками стічних вод комунальних очисних споруд

Завдання дослідження:

1. Виявити недоліки існуючої схеми утворення осадів на комунальних очисних спорудах.
2. Вивчити склад осадів ОСВ та виявити фактори, що впливають на їх властивості.
3. Вивчити методи кондиціювання осаду ОСВ.
4. Дати рекомендації щодо технології обробки осаду та напрямків його подальшої утилізації.

РОЗДЛ 2.

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ОСАДКУ СТІЧНИХ ВОД

2.1 Особливості утворення осаду стічних вод та його основні властивості

В останній час інтерес до проблем навколишнього середовища підвищується. У той же час екологічні питання поступово розширювалися такими поняттями, як сталий розвиток, який передбачає не тільки екологічну, але й економічну та соціальну відповідальність. Поводження з осадом стічних вод є однією з найбільш серйозних проблем у управлінні стічними водами. Осад стічних вод розглядається як залишок, що утворюється в процесі очищення стічних вод, під час якого відбувається розділення рідини та твердих речовин. Рідини скидаються у водне середовище, тоді як тверді речовини видаляються для подальшої обробки та остаточного видалення. Компоненти, що вилучаються під час очищення стічних вод, включають пісок, відсів і шлам [6]. Під час очищення стічних вод осад займає найбільший об'єм, саме тому методи поводження з ним та методи утилізації викликають велике занепокоєння. Без надійного методу утилізації осаду, очистити воду в подальшому буде практично неможливо. Стійке поводження з мулом можна визначити як метод, який відповідає вимогам ефективної переробки ресурсів без постачання шкідливих речовин для людини чи навколишнього середовища. Осад, що утворюється в процесі очищення стічних вод, як правило, є рідкою або напівтвердою рідиною; концентрація, яка містить 0,25–12 % твердих речовин від загальної маси [6]. Тверда фракція коливається між вищевказаними межами через різні методи очищення стоків. У Європі суха маса осаду отримані в результаті первинної, вторинної та навіть третинної обробки, становить у середньому 90 г на людину на день [7]. На додаток до вищезазначеного, імплементація Директиви про очищення міських стічних вод (UWWTD) (91/271/ЕЕС) прогнозує до 50% збільшення виробництва осаду що року, тобто 10 мільйонів тон щорічно [8]. Вищевказану Директиву було запроваджено з

метою покращення водного середовища шляхом очищення муніципальних стічних вод перед їх випуском. У той же час це усуває можливі несприятливі наслідки в місцях появи таких проблем. Основна ідея Директиви полягає в тому, щоб заохочувати всі міста з населенням більше 2000 людей до впровадження вторинної очистки стічних вод. Вищезазначені факти дають підстави зробити висновок про значне збільшення утворення осаду. Це головний недолік, який посилює проблему обробки осаду. На кількість утвореного осаду впливає в обмеженому масштабі ефективність очищення, в той час як якість осаду сильно залежить від початкового навантаження забруднення очищених стічних вод, а також від технічних і конструктивних особливостей процесу очищення стічних вод.

Стічні води можуть містити певні небажані компоненти, включаючи органічні, неорганічні та токсичні речовини, а також патогенні чи хвороботворні мікроорганізми. Основними групами органічних речовин у стічних водах є білки, вуглеводи, жири та олії. Білок містить близько 16% азоту, і разом із сечовиною є основним джерелом азоту в стічних водах [9]. У неочищеному вигляді стічні води не можуть бути утилізовані з кількох причин. По-перше, для біологічно розкладання органічних матеріалів потрібна велика кількість кисню, і, таким чином, зменшується кількість доступного кисню для флори і фауни, що мешкає у водному середовищі. При розкладанні також утворюється велика кількість газів із неприємним запахом. По-друге, численні патогенні чи хвороботворні мікроорганізми в неочищених стічних водах становлять небезпеку для здоров'я людей. По-третє, його токсичні сполуки, особливо важкі метали, можуть бути небезпечні як для рослин, так і для тварин, і, нарешті, присутність фосфатів і азоту може призвести до неконтрольованого росту водних рослин [10]. Тому необхідно зменшити органічні компоненти, азот і фосфор, токсичні сполуки, а також знищити патогенні чи хвороботворні мікроорганізми зі стічних вод перед їх утилізацією.

2.2 Управління осадами очисних стічних вод

Управління осадом стічних вод стає все більш актуальним. У всіх країнах Європейського Союзу запроваджено директиви, на основі яких кожна держава-член

має створити відповідні законодавства, програми і розробки стратегій. Відповідно до європейських правил методи управління, що включають зберігання, тепер замінюються методами, що призводять до стабілізації відходів та безпечної переробки. Їх метою є, серед іншого, сприяти екологічному управлінню осадом стічних вод. Методи управління, пов'язані зі зберіганням, зараз замінюються методами, що ведуть до його стабілізації та безпечної переробки. При використанні цих методів можливо відновити цінну сировину з потенційно небезпечних матеріалів, переробка її з метою використання в сільському господарстві, різних галузях промисловості або рекуперації тепла та енергії [11]. На кожному етапі переробки осаду стічних вод його характеристики змінюються. В процесі знезараження змінюється мікрофлора мулу; процес метанового бродіння призводить до зниження загального вмісту вуглецю, тоді як термічна обробка, залежно від температури, може призвести до ущільнення мулу або навіть до перетворення всієї органічної речовини в неорганічні сполуки. Таким чином, утворюється багато різноманітних видів обробленого осаду стічних вод, і кожен з них має різний хімічний склад. Вони також можуть відрізнятися за фізичними властивостями, консистенцією або навіть такими параметрами, як токсичність або стабільність забруднювачів. Усі ці фактори можуть вирішити, чи буде конкретний матеріал класифікований як безпечний чи небезпечний. Визначені значення параметрів, згаданих вище, можуть впливати на зміни в технології обробки з метою розробки інших методів управління з осадом. Тому важливо, щоб на кожному етапі переробки цього виду відходів отриманий матеріал проходив комплексний хімічний аналіз. Зважаючи на їх різноманітність, інші методи та аналітичні прийоми будуть корисні в індивідуальному випадку. Тому вибір відповідного аналітичного методу залежить від запланованого методу поводження з осадами стічних вод, який певною мірою визначає технологію їх переробки.

Навіть сьогодні бувають ситуації, коли неочищені стічні води скидаються у водойми. Найчастіше це трапляється в невеликих і менш розвинених країнах. Хорошим прикладом є Федеративні Штати Мікронезії, де майже 30% вироблених стічних вод потрапляє у води Тихого океану без попереднього очищення [12].

Проблема набуває гостріший характер, якщо більші країни, такі як Індія, де переробляється лише близько 30 % стічних вод, що утворюються у великих містах [13]. Очищені стічні води, які пройшли тільки фізичну очистку, також викидаються у воду, що збільшує вміст вуглецю в прибережних водах і викликає надмірне зростання місцевої фауни та флори. На щастя, оскільки океан є великою водоймою, а прибережні води змішуються з водами океану, евтрофікація зазвичай не становить великої проблеми. Інша ситуація у водоймах, які не мають прямого виходу до океану, наприклад Балтійське море. Від Атлантичного океану його відокремлюють дві протоки: Скагеррак і Каттегат, які перешкоджають вільному змішуванню морської води з океанською. Потрапляння необроблених стічних вод у таку відносно невелику водойму призвело б до дуже швидкого розвитку евтрофікації. Тому дуже важливо вдосконалити процеси очищення стічних вод, щоб стічні води, які надходять у поверхневі води, а потім потрапляють в озера, морські та океанські води, були позбавлені біогенних сполук, таких як фосфати. Щоб обмежити погіршення стану навколишнього середовища, спричинене евтрофікацією та надходженням шкідливих речовин у води, таких як важкі метали, Європейський Союз встановив відповідні директиви, такі як Директива Ради від 21 травня 1991 року щодо очищення муніципальних стічних вод. Передбачається, що у всіх зонах, чутливих до евтрофікації, таких як водозбірна зона Балтійського моря, потрібно ретельніше очищати стічні води [14]. Ця директива поширюється також на Польщу, яка є членом Європейського Союзу. Як наслідок, будується все більше очисних споруд, а старі все ще модернізуються. Екологічні норми до стічних вод, що скидаються у воду чи ґрунт, стають дедалі обмежувальнішими. Таким чином, процеси очищення ще потребують вдосконалення. У надлишковому осаді стічних вод накопичується все більша кількість домішок, не тільки органічних. Тому його утилізація стає зараз більшою проблемою. Лише в Польщі у 2011 році було вироблено понад півмільйона тон сухої ваги осаду стічних вод. Слід враховувати, що ці відкладення зазвичай зволожені більше ніж на 90%, тому проблема утилізації є дуже складною. В даний час на ділянках полігонів і очищення стічних вод у Польщі зберігається дворічний надлишковий осад, оскільки донедавна метод зберігання був найбільш

використовуваним способом поводження з цими відходами [11]. Це пов'язано з тим фактом, що для повторного використання, наприклад, для загальнозрозумілої агрохімічної обробки, осад стічних вод має відповідати обмежувальним стандартам. Вони будуть різними залежно від країни та специфіки методу управління. Більше того, відповідно до Директиви 2008/98/ЕС Європейського парламенту та Європейської ради всі методи переробки та управління повинні бути переважними підходами, що включають використання звалищ [15]. До 2022 року рівень біорозкладаного вмісту сміттєзвалищ має бути зменшений до 35%. Крім того, рекомендується використовувати сучасні технології для утилізації відходів і для виробництва нових альтернативних продуктів. Ця продукція має відповідати всім вимогам законодавства щодо екологічної безпеки в широкому розумінні. Їх використання не може створювати ризику для води, ґрунту, повітря, рослин, тварин і не може створювати запахи чи інші види забруднювачів навколишнього середовища.

Для управління відходами осадів стічних вод існують наступні методи:

- 1) Використання осадів у сільському господарстві та рекультивациі ґрунтів;
- 2) Термообробка;
- 3) Застосування обробленого осаду стічних вод у будівельній промисловості;
- 4) Рекуперація сировини;

2.2.1 Методи кондиціювання осаду перед зневодненням

Управління промисловим осадом вимагає ретельного розгляду, оскільки пов'язані з цим витрати можуть становити 50% або більше від загальних витрат на очищення стічних вод [16]. Одним із методів управління і зменшення відходів є метод кондиціювання осаду. Кондиціювання осадів проводять для руйнування колоїдної структури осаду органічного походження та збільшення його водовіддачі при зневодненні. Однією із проблем при утворенні осадів є їх низька вологовіддача. Для збільшення цього показника, пропонують використовувати метод кондиціювання,

тобто змінити їх структуру їх твердої фази перед зневодненням чи утилізацією. Зазвичай осади кондиціонують перед механічним зневодненням, а в окремих випадках – перед природнім. Метод кондиціювання значною мірою визначає продуктивність апаратів для зневоднення осаду, забрудненість мулової води та кінцеву вологість зневодненого осаду. Для промислового процесу метода кондиціювання зазвичай використовують хлорне залізо та вапно. Такий метод кондиціювання має назву реагентний.

2.2.1.1 Реагентний метод кондиціювання

На даний момент існує два методи реагентного кондиціювання: 1) флокуляція - кондиціювання поліелектролітами та 2) коагуляція – метод в якому застосовують неорганічні електроліти. На практиці частіше використовують метод флокуляції. Солі алюмінію та заліза, та органічні катіонні полімери мають катіонні заряди, саме тому використовуються найчастіше при кондиціюванні, адже осади в основному в своїй структурі мають негативно зарядженні колоїди. При гідралізації даного процесу, солі залізу та алюмінію знижують рН з осаду до 4-5 за рахунок утворення продуктів гідролізу. Для підвищення ефективності процесу коагуляції слід додати вапно до осаду, щоб його рН була більше 10. Також, вапно бере на себе функцію утилізації запаху осаду [17].

Більш природніми та економічно вигідними є застосування синтетичних коагулянтів, над природнім. Саме тому вони частіше використовуються на практиці. Застосовують в основному катіонні синтетичні органічні поліелектроліти.

Для кожного осаду потрібно індивідуально проводити дослідницьку частину, щоб виявити необхідну концентрацію коагулянта. Найчастіше це 10% хлорне та сірчано кисле залізо, або 0,1-0,15 % - фокулянти [17].

На практиці фокулянти зарекомендували себе, як високомолекулярні речовини, які розчині у воді і найчастіше використовуються для відділення твердої фази від рідкої. При реакції з колоїдними і тонкодисперсними частинками в рідкій фазі утворюються тривімірні структури (пластівці). Синтетичні флокулянти, такі як

поліакриламід та сополімер, зарекомендували себе, як найефективнішими, при зневодненні осадів стічних вод, так як ці флокулянти мають особливі властивості: нетоксичні, легко полімеризується і сополімеризується з іншими мономерами. Процес сополімеризації забезпечує отримання широкого спектру поліелектролітів, що несуть позитивний (катіонний) або негативний (аніонний) заряд на полімерному ланцюзі. Так як негативно зарядженні частинки складають основу на станціях біологічної очистки, то і виникає необхідність із застосуванням катіонних флокулянтів. Під час хімічної реакції процесу флокуляції важливу роль відіграють кількість макромолекул. Чим більше макромолекул в розчині тим ефективніше буде йти процес. Також не слід забувати про вміст розчинних солей в розчині, так як флокулянти є електролітами та розмір їх макромолекул залежить від іонної сили цього розчину. Природно також, що наявність у воді-розчиннику завислих речовин знижує ефективність розчину, оскільки деяка кількість флокулянту витрачається на флокуляцію цих частинок вже в процесі розчинення флокулянта, і тому застосування технічної води для цих цілей небажано [17].

При використанні органічних флокулянтів, слід використовувати таке технічне обладнання, яке витримає технологічний процес як зберігання, розчинення та насосне транспортування цих специфічних препаратів. Головне, щоб на фінальному процесі був однорідний розчин, який буде подаватися насосами, під час транспортування якими не відбулося б механічне руйнування довголанцюгових молекул середовища.

При проходженні першого етапу замочування, головне не допустити утворення грудок, при використанні порошкових коагулянтів, адже тоді ефективність їх використання стрімко падає. В технічному процесі існує спеціальний шнек, за допомогою якого можна створити інжекцію порошкової форми та направити струмінь змочувальної води під певним кутом, саме тоді злипання частинок коагулянту майже відсутнє, адже розподіл води йде рівномірно.

За плавне та інтенсивне змішування коагулянту з водою відповідає мішалка, при цьому процесі вона виконує наступні умови:

1) Підвищує ефективність використання приготовленого розчину, за рахунок дозрівання та неможливості проскакувань недорозчинних гранул. Іноді, дана умова знижує самі хімічні властивості коагулянта і тому виникає необхідність додавати суху речовину на 30 % більше, від запланованих після розрахунку;

2) При процесі роботи мішалки, майже не порушуються цілісності молекул розчину, що в свою чергу не руйнує ланцюговий процес хімічної реакції.

Неправильно сконструйований вузол приготування розчину впливає на структуру розчину: довга молекула руйнується, розриваючись на окремі шматки, і тому розчин приходиться в практично непридатний стан. Окрім цього, устаткування насосного дозування має бути шнекового або, в крайньому випадку, плунжерного типу. Не допускається використання лопатевого типу насосів [17].

Також не слід забувати про можливість руйнації полімеру при механічній дії, адже при перемішуванні в'язкість зменшується. Також, такі фактори, як перемішування за допомогою мішалки або при подачі розчину насосом, можуть вплинути на цілісну структуру полімеру, тому дослідницьким шляхом було встановлено про необхідність використання тихохідних мішалок.

Повнота розчинення флокулянта на пряму дає залежність його економічному використанню та впливає на ефективність центригування осадів. Існує дві технологічні схеми для приготування робочого розчину порошкоподібного флокулянта:

- одностадійна – приготування розчину 0,1–0,15 %-ної концентрації;
- двостадійна – приготування розчину 0,5–1,0 %-ної концентрації та подальше її доведення (розбавлення) до робочої концентрації 0,1–0,15 %.

За процес змочування зерен флокулянта відповідає диспергатор. Дозування порошкоподібного флокулянта, не можливе без його застосування. На практиці було помічено більшу ефективність при використанні двохстадійної схеми приготування розчину. Дана тенденція пов'язана зі збільшенням об'ємів зневоднювальних осадів на станціях аерації. Також дана методика показала більш продуктивний та економічний результат [17].

Типові параметри баку, які використовуються для розчинені флокулянта є 1:1-1,1:1. Це співвідношення висоти, або сторони квадрату до його діаметру. Для того щоб не було корозії, то стіни баку, які виливають із залізобетону або сталі, футерують. Для використання трубопроводу спорожнення, днища баків мають ухил не менше ніж 0,01. Для того щоб не створювались доні розчини на дні баку, трубопроводи проектують вище за дно на 10-20 см.

На вертикальному валу в баці вмонтовують механічну мішалку, зазвичай це турбінні або пропелерні, для приготування розчинів флокулянту. Вали встановлюють в баках на відстані 0,3 м від центральної осі бака. Рекомендоване число лопатей мішалок – 3–6. З пропелерних найчастіше застосовують мішалки з кроком пропелера, який дорівнює діаметру мішалки.

У середньому швидкість мішалки становить 1,5-4,0 м/с, швидкість циркуляції в баку 40-60 об/год.

При одноразовому проходженні через відцентровий насос робочий розчин флокулянта втрачає до 83 % своєї активності (ефективності), при проходженні через гвинтовий насос – до 8 %. При подачі за допомогою стислого повітря – до 10 %. Оскільки при зневодненні осадів потрібне по можливості точніше дозування розчину флокулянта, а також наявність умов для автоматизації цього процесу, то перекачування розчинів флокулянта слід здійснювати тільки гвинтовими насосами [17].

2.2.1.2 Штучне заморожування-відтавання осаду стічних вод

Великий внесок у процеси заморожування та відтавання внесли такі вчені як, Туровський І.С та Любарський В.М. Вчені прийшли до висновку, що у результаті проколвання стінок льоду, що мають гострі грані відбувається руйнування клітин осаду. Раніше існували теорії, що ці процеси відбуваються за рахунок розширення води при її кристалізації. Після проведення чисельних дослідів було зафіксовано, що із-за здатності води переміщатися до поверхні з утвореним льодом і слугує основним фактором у процесі коагуляції [18].

Саме, заморожування осадів стічних вод, відносять до механічних способів очистки, головною метою, якого слугує покращення властивостей осаду без застосування хімічних реакцій під дією реагентів. Після заморожування наступає наступний етап відтавання і зневоднення на намивних фільтрах та стрічкових фільтр-пресах. Важливо дотримуватися умов і не перетримати відтаявший осад, адже це призводить до зменшення його водовіддачі. Загальний об'єм та товщина осаду не повинні бути більшими за глибину промерзання. У процесі повільного заморожування відбувається міграція зв'язаної води через стінки клітин і осередки колоїдів в міжклітинний простір, в результаті чого тверда фаза зневоднюється. Кристалізована вода розширюється і збільшує тиск, що призводить до коагуляції зневоднених частинок твердої фази. Для штучного заморожування і подальшого відтавання осадів використовуються льодогенератори барабанного типу, що забезпечують безперервне тонкошарове заморожування. Оптимальні значення параметрів питомого теплового потоку при штучному заморожуванні знаходяться в межах 5000-15 000 Вт / м [18].

Зміна фізико-хімічної структури осадів стічних вод, може бути представлена наступним механізмом: першу чергу замерзає вільна вода, яка утворює на поверхні шкуринку льоду, молекули орієнтуються таким чином, щоб мати можливість добудувати кристалічну решітку льоду. При цьому тверді частинки витісняються з шару рідиною, що кристалізується вглиб заморожуваного осаду. Завдяки здатності води мігрувати через стінки відбувається зневоднення клітин і осередків колоїдів [18].

На даний момент існує багато методів штучного заморожування та відтавання осадів. Найбільшу ефективність цей метод отримав при очистці маломутних кольорових вод, що мають низьку водовіддачну здатність. Очистка осаду стічних вод через тепловіддаючі поверхні, при використанні методу заморожування-відтавання показав найбільшу ефективність. Для використання цієї методики потрібен аміак (холодоагент), який переміно випаровується та конденсується у резервуарах обладнаними трубчастими теплообмінними елементами [18].

Водопровідні станції Англії, Шотландії, Японії та Німеччини, активно почали використовувати даний метод і зафіксували високу ефективність даної технології.

Загальний принцип технології полягає в ущільненні осаду, його заморожуванні, відтаванні і далі зневодненні. Після процесу зневоднення вологість осаду досягла позначки 70%. Після певних процесів оновлення даної методики, були внесені барабані морозильні апарати. При використанні барабанів осади у вигляді вимороженого продукту утворюються по всій його довжині. Перший такий метод почали використовувати на американських очисних станціях [18].

2.2.2 Технології механічного зневоднення

Для процесу зневоднення, важливо щоб території очисних споруд мали великі території у вільному доступі. Часто це є проблемою. Тому на мулових площадках зазвичай використовують механічне зневоднення на вакуум-фільтрах, фільтр-пресах, центрифугах або інших допоміжних апаратах.

Кожен апарат, має свою механічну дію на структуру осадів. Ці апарати можна класифікувати наступним чином:

- зневоднення осадів під розрядженням;
- зневоднення осадів під тиском;
- зневоднення осадів у відцентровому полі.

При фільтруванні відбувається процес відділення твердих частинок від рідини при різниці тиску над фільтруючим середовищем і під ним. Фільтрувальна тканина та шар осаду слугують фільтруючим середовищем на барабанних установках. Сам процес виглядає наступним чином: тверді частинки осаду створюють додатковий шар, під час первинного фільтрування, що відбувається через тканину. Тканина в цьому випадку служить матеріалом для підтримки середовища, який весь час збільшується за рахунок збільшення процесу фільтрування [19].

Під час процесу фільтрування, коли рідина протікає через пористу масу, утворюється шар осаду, який має назву кека. Відповідно, при збільшенні об'єму шару осаду, фільтраційні процеси сповільнюються. При процесі фільтрування є різниця, як

утворюється осад. Наприклад, в барабанних-вакуум фільтрах, осад утворюється під тиском вакууму, а в фільтр-пресах під дією тиску. При цьому вологість осаду коливається на рівні 60-80%.

Дані методи в більшості випадків проходять за допомогою різних коагулянтів, функція яких полягає об'єднання частинок осадів з частинками коагулянту, що процес зневоднення проходив ефективніше. Важливо коагулянт додавати перед подачею осаду на механічне зневоднення.

Зброджений осад, вивантажуваний з метантенка, перед подачею на механічне зневоднення, промивають технічною водою протягом 15–20 хв. З розрахунку 2–4 м³ води на 1 м³ осаду і продувають повітрям в об'ємі 0,5 м³ на 1 м³ суміші осаду і води. Мулозгущувачі приймають отриману суміш, осад ущільнюється протягом наступної доби і вода віддаляється. Мулова вода, яка містить до 1,5 г/л завислих речовин і БПК до 900 мг/л, прямує на очисні споруди, а ущільнений осад (кек) вологістю 94–96 % піддають коагуляції і потім направляють на зневоднення. Питомий опір відповідно знижується, що як наслідок дає змогу осаду легше зневоднюватись [19].

Одним із методів зневоднення осаду є застосування вакуум-фільтрів. Цей процес полягає у повному виділенні води з осаду за рахунок вакуумного тиску. Даний метод призначений для всіх видів осаду. Розрізняють звичайні барабанні вакуум-фільтри, барабанні з полотном, що сходять, дискові та стрічкові вакуум-фільтри.

Барабанний вакуум-фільтр - горизонтально розташований барабан, що обертається, частково (на 35–40 %) занурений в ємкість з осадом (Рис.2.1)

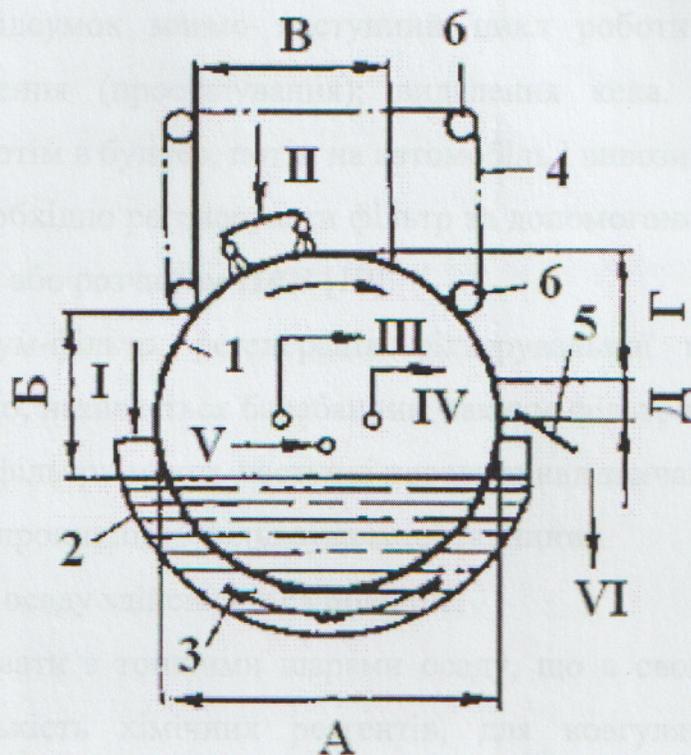


Рисунок 2.1 Схема барабанного вакуум-фільтра

- I – подача осаду; II – промивна рідина; III – фільтрат;
 IV – промивний фільтрат; V – стиснуте повітря; VI – зневоднений осад;
 VII – рідина для регенерація тканини;
 А – зона фільтрування; Б – зона просушування; В – зона промивання;
 Г – зона віджимання та просушування промитого осаду;
 Д – зона віддувки та регенерації тканини, знімання осаду;
 1 – барабан; 2 – ємкість з осадом; 3 – перемішувач; 4 – полотно, що набігає;
 5 – ніж; 6 – ролики; 7 – фільтрувальна тканина;

Барабан складається із двох стінок, внутрішньої та зовнішньої. Внутрішня стінка – суцільна, зовнішня – перфорована, яка обтягнута спеціальною фільтруючою синтетичною тканиною. 16-32 секції, які не сполучаються між собою, розділяють простір між стінками барабану. Відвідний колектор присутній в кожній секції у вигляді рухомої голівки, яка в свою чергу притиснута до нерухомої голівки, щоб можливо було підвести два трубопроводи, один від вакууму, інший від компресора.

Під час проходження через голівки, осад фільтрується під дією вакууму, а фільтрат в свою чергу виводиться через колектор. Осад, що утворився після виходу з секції, починає підсушуватись атмосферним повітрям. Вихід повітря та води, забезпечується вакуумною лінією. Згодом секція підключається до напірної лінії

через колектор. Як підсумок маємо наступний цикл роботи вакуум-фільтра: фільтрування; зневоднення (просушування); видалення кека. Утворений осад потрапляє на конвеєр, потім в бункер, потім на автомобіль і вивозиться за межі цеху. Після цього процесу необхідно регенерувати фільтр за допомогою промивання його інгібірованою кислотою або розчином ПАВ [19].

Барабанний вакуум-фільтр, регенерація фільтрувальної тканини у якого проводиться безперервно, називається барабанним вакуум-фільтром з полотном, що сходить (рис. 2.2). Дані фільтри мають наступні переваги над звичайними фільтрами:

- підтримується проникність фільтрувальної тканини;
- розвантаження осаду здійснюється повніше;
- є змога працювати з тоншими шарами осаду, що в свою чергу зменшує необхідну кількість хімічних реагентів, для коагуляції суспензій та збільшується частота обертання барабану;
- розрідження осаду фільтратом зменшується під час видування із колектору;
- зменшується період простою фільтрів під час заміни тканини.

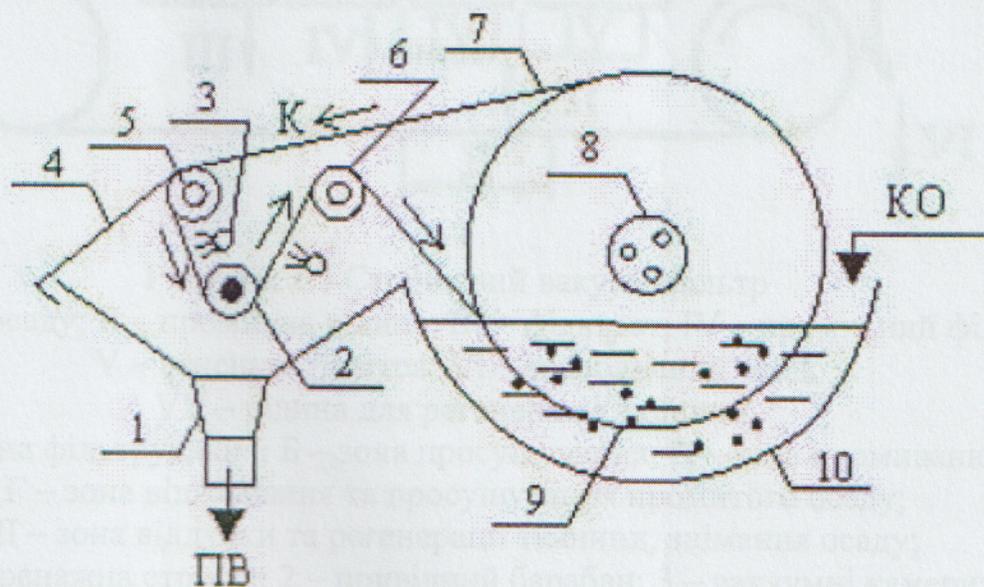


Рисунок 2.2 Схема вакуум-фільтра з полотном, що сходить:

- 1 – жолоб відведення промивної води; 2 – натяжний ролик;
- 3 – труба з насадками для промивки тканини; 4 – ніж для знімання кека;
- 5 – розвантажувально-віддувний ролик; 6 – поворотний ролик;
- 7 – фільтрувальна тканина; 8 – розподільна головка фільтра;
- 9 – барабан фільтра; 10 – корито з осадом;
- К – кек; КО – кондиціонований осад; ПВ – промивна вода.

Їх ефективність була помічена найбільше під час роботи із сирим осадом із первинних відстійників, адже осади з них здатні швидко замулювати фільтрувальну тканину. Після проходження осаду через вакуум-фільтр з полотном, його вологість не перевищує 85%, а на 1 м² фільтру утворюється до 40 кг сухої речовини осаду [19].

Для розділення суспензій з твердою фазою зазвичай використовують стрічкові вакуум-фільтри (Рис 2.3). Вони складаються з незкіненою дренажною стрічкою, що натягнута на барабан. Верхня частина покрита спеціальною тканиною, що виконує фільтраційні функції, Середня швидкість стрічки сягає 0,6-10 м/хв. Суспензію і промивну рідину подають зверху, фільтрат через перегородку і дренажну систему стрічки поступає у відсіки. За допомогою ножа знімається осад.

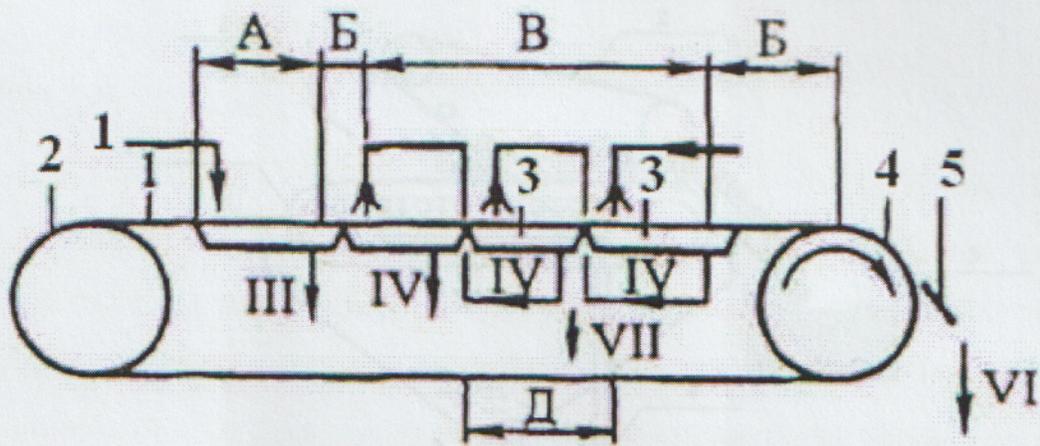


Рисунок 2.3 Стрічковий вакуум-фільтр

I – подача осаду; II – промивна рідина; III – фільтрат; IV – промивний фільтрат;
V – стиснуте повітря; VI – зневоднений осад;

VII – рідина для регенерація тканини;

А – зона фільтрування; Б – зона просушування; В – зона промивання;

Г – зона віджимання та просушування промитого осаду;

Д – зона віддувки та регенерації тканини, знімання осаду;

1 – дренажна стрічка; 2 – привідний барабан; 3 – вакуумні камери;

4 – натяжний барабан; 5 – ніж.

Зазвичай дані фільтра використовують для зневоднення осадів виробничих стічних вод. Фільтра дуже габаритні та мають низький перепад тиску.

Фільтр-преси зарекомендували себе як апарати, які видаляють вологу під дією надмірного тиску. Зазвичай, їх використовують, коли осад відправляють на сушку,

або коли потрібно отримати осад з мінімальною кількості води. Фільтр-преси мають наступні різновиди: рамні, камерні, стрічкові, барабанні, гвинтові та шнекові.

Після проходження осаду через фільтр-преси, їх вологість може сягати 55-75%. Стрічкові фільтр преси (Рис.2.4) працюють безперервно та складаються із наступних зон: гравітаційне зневоднення, механічний віджим та пресування осаду. Після того як осад обробився флокулянтном він потрапляє до зони попереднього згущення. Після цього дві перфоровані стрічки затискають осад, і він проходить через спеціальні вали що підвищує тиск на осад. Отриманий осад знімається за допомогою скребка і вивантажується. В спеціальний лоток зирається фільтрат. Також дві лінії промивки промивають дані стрічки.

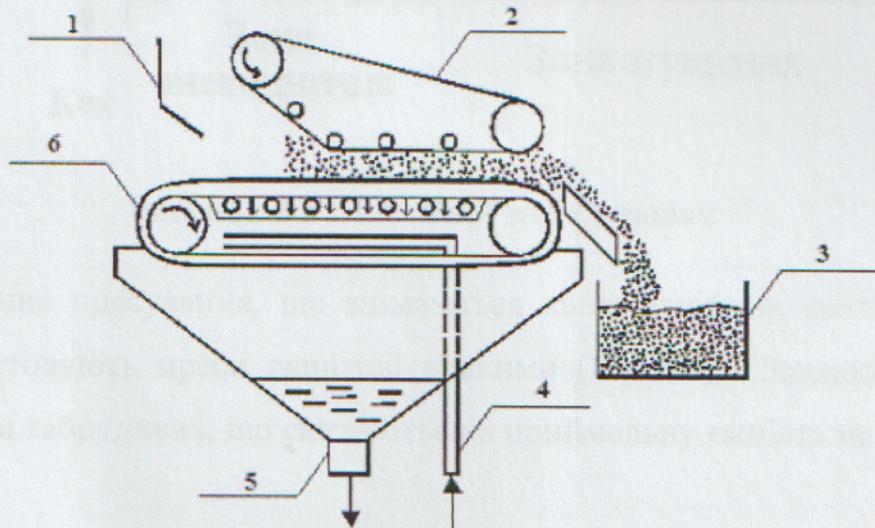


Рисунок 2.4 – Горизонтальний стрічковий прес:

1 – трубопровід для подачі осаду; 2 – притискна стрічка; 3 – ємкість для зневодненого осаду; 4 – трубопровід для подачі промивної води; 5 – труба для відведення фільтрату і промивної води; 6 – фільтруюча стрічка

На господарчо-побутових та сільськогосподарських об'єктах зазвичай використовують шнековий зневоднювач (Рис. 2.5). Вологість осаду після його використання сягає 81 %. Зневоднюючий барабан приймає на себе осад після його обробки коагулянтном. Фільтрат витікає із зазорів між кільцями. В зв'язку з тим, що зменшується ширина між зазорами утворюється тиск в зоні зневоднення.

Фільтруючий барабан не засмічується за рахунок наявності дегідратора, в свою чергу він відкидає необхідність у великих об'ємах промивної води. Сам барабан складається зі шнека, рухомих кілець та зазорами.

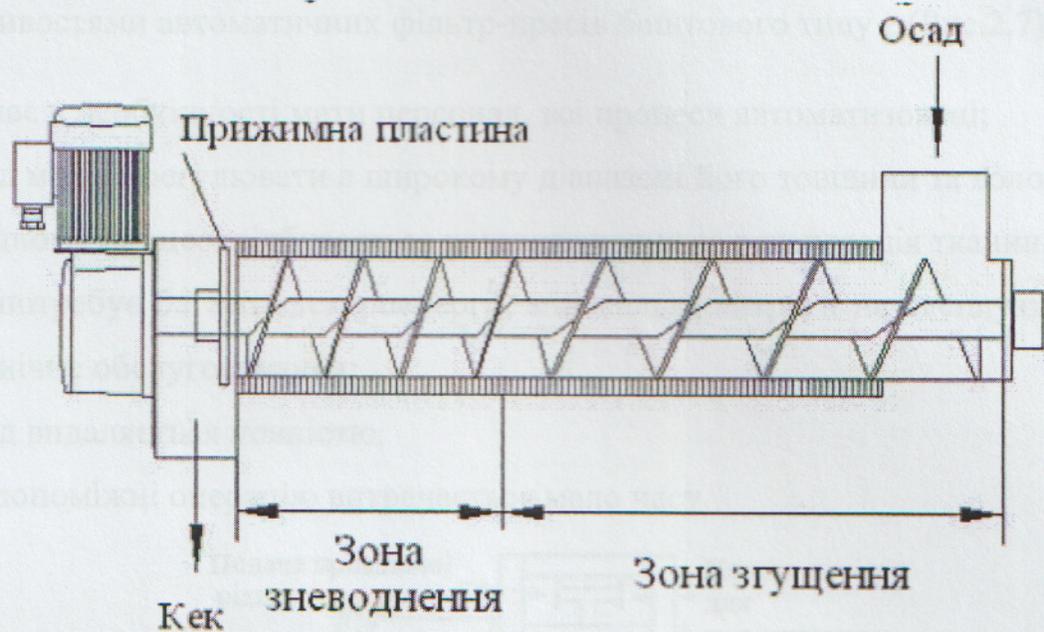


Рисунок 2.5 Шнековий зневоднювач

Для ущільнення пресування, що знімаються каналізаційних сміттестримних пристроїв, використовують преси гвинтові віджимні (Рис.2.6). Завдяки їх роботі зменшується об'єми забруднень, що скидаються в приймальну ємність на 70-75%.

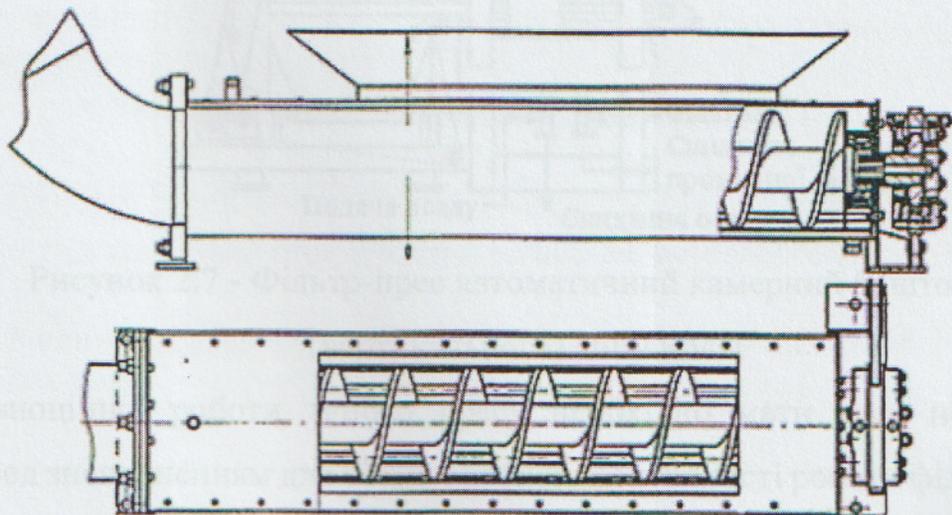


Рисунок 2.6 – Гвинтовий прес

Декілька фільтрувальних плит та фільтрувальних тканин мають у своєму складі камерні фільтр-преси. Плити зв'язані між собою опорами, які приймають від себе навантаження від тиску, що утворюється в середині фільтрувальних плит [19].

Особливостями автоматичних фільтр-пресів баштового типу є (Рис.2.7) :

- немає в необхідності мати персонал, всі процеси автоматизовані;
- осад можна регулювати в широкому діапазоні його товщини та вологості;
- в одному процесі відбувається розвантаження та регенерація тканин;
- не потребує багато електроенергії, мінімальні витрати на експлуатацію та технічне обслуговування;
- осад видаляється повністю;
- на допоміжні операцію витрачається мало часу.

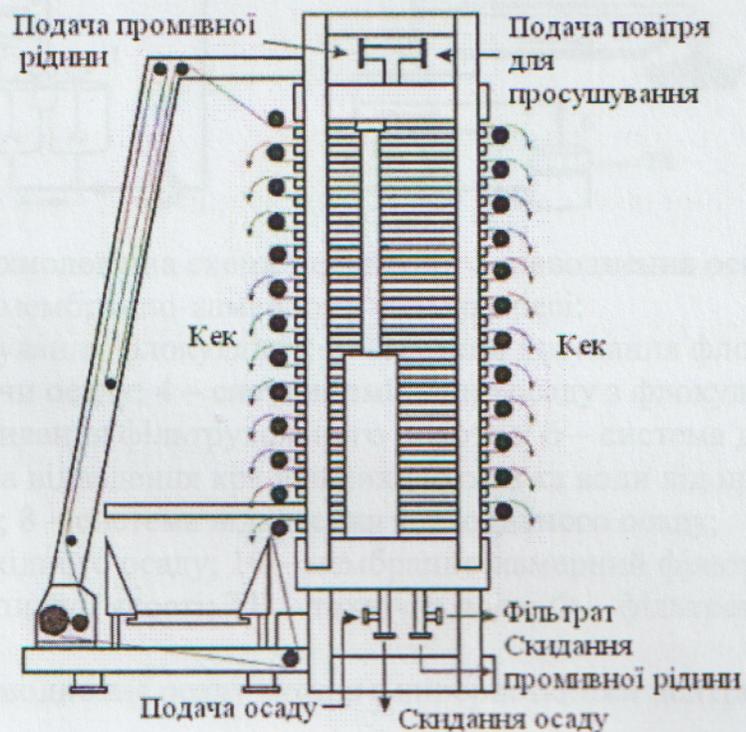


Рисунок 2.7 - Фільтр-прес автоматичний камерний баштового (вертикального) типу КМП

Для повноцінної роботи даного пресу необхідно мати тиск не менше 6 атмосфер. Перед зневодненням для більш високої ефективності роботи фільтр-пресів, також застосовують коагулянти. Осад, без вологи скидають на конвеєр, а потім у

бункер накопичувач. Фільтрат, що утворився утилізують водопроводом в каналізаційну мережу [19].

Зараз набувають популярність мембрано-камерні фільтри-преси (Рис.2.8). Вони складаються із вертикальних плит із каналами, які покриті тканиною для утримання кека. Осад подається на плити насосами під дією тиску. Найважливіше, щоб при роботі фільтр-пресах даного типу відбувалося кондиціонування осаду.

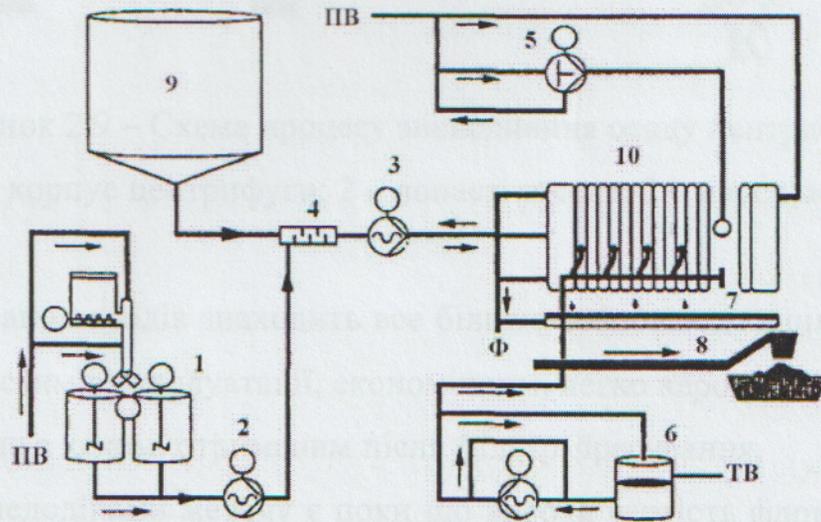


Рисунок 2.8 – Технологічна схема механічного зневоднення осаду на мембранно-камерному фільтр-пресі:

- 1 – система приготування флокулянту; 2 – система дозування флокулянту;
- 3 – система подачі осаду; 4 – система змішення осаду з флокулянтном;
- 5 – система промивання фільтрувального полотна; 6 – система дожиму мембран;
- 7 – система відведення крапельних витоків та води від промивання тканини; 8 – система відведення зневодненого осаду;
- 9 – резервуар вихідного осаду; 10 – мембранно-камерний фільтр-прес;
- ПВ – вода питної якості; ТВ – технічна вода; Ф – фільтрат.

Також досягти зневоднення осаду можна з використанням центрифуг (Рис.2.9). Під дією відцентрованих сил осад притискається до внутрішньої поверхні ротора. Частинки, що мають велику щільність, концентруються на стінках ротора, таким чином витіскають воду. Утворюється кек і фугат (рідка частина).

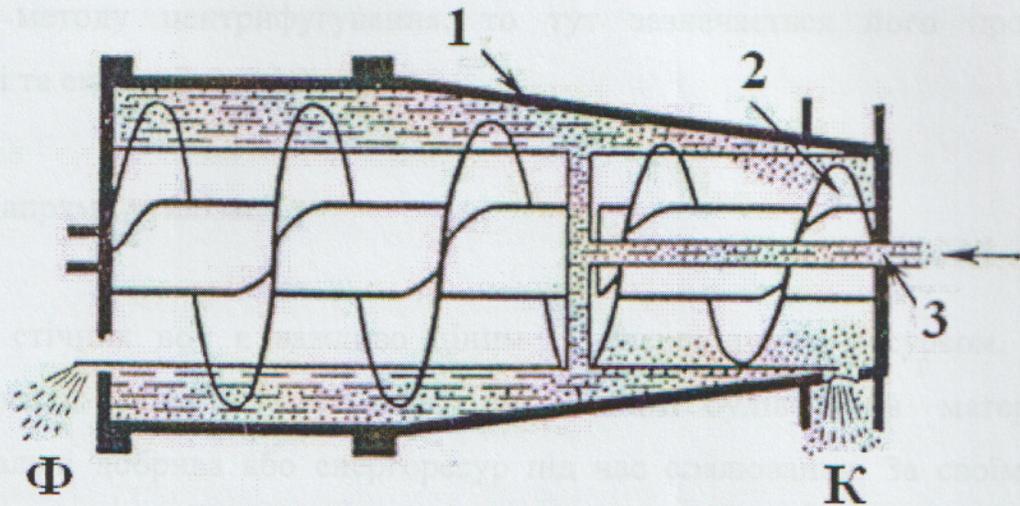


Рисунок 2.9 – Схема процесу зневоднення осаду центрифугуванням:
1 – корпус центрифуги; 2 – лопасті шнека; 3 – впуск осаду.

Центрифугування осадів знаходить все більше розповсюдження, оскільки цей метод є досить простим в експлуатації, економічним, легко керованим, але вологість кека вища порівняно з кеком, отриманим після фільтр-пресування.

Основними недоліками методу є поки що висока вартість флокулянтів, а при центрифугуванні без флокулянтів – низька ефективність затримання сухої речовини осаду, тобто утворюється фугат з високими значеннями БПК, ХПК і вмістом завислих речовин, і його необхідно направляти на подальшу обробку на споруди біологічного очищення, збільшуючи тим самим навантаження на них. Тому основним стримуючим чинником застосування центрифуг є використання флокулянтів, оскільки наша промисловість випускає обмежене число флокулянтів, а імпорتنі дуже дорогі [19].

Всі методи, які були перераховані вище мають свої переваги та недоліки. Перевагою вакуумного методу, є те що можливо переробляти осади без утворення піску та з усуненням запаху. Але, до недоліків відносять складність устаткування, неможливість використання органічних флокулянтів, потреба у великій кількості електроенергії та негативний вплив на навколишнє середовище.

Фільтр-преси, користуються попитом, коли осад після промивання треба відправити на сушку або спалювання, і отримати його з мінімальною вологістю.

Щодо методу центрифугування, то тут зазначається його простота у використанні та економічна ціна.

2.2.3 Напрями утилізації

Осади стічних вод є важливо цінним та енергетичним ресурсом. Під час утилізації осади можуть слугувати, як цінний будівельний матеріал, як органомінеральні добрива або енергоресурс під час спалювання. За своїм фізико-хімічним складом осади стічних вод можна прирівняти до органічних добрив, адже вони вмістять в собі елементи, які необхідні рослинам для живлення. Головне ці осади не перетримати, адже при старінні осадів стічних вод відбувається їх мінералізація, а значить втрата їх живильних елементів. В осадах присутні мікроелементи, завдяки яким проходять біохімічні реакції в рослинах. Важливо перевіряти осади на санітарно-бактеріологічний склад. Наприклад, при обробці осадів технологією термофільного збродження, критеріїв, які б показували їх небезпечність, зафіксовано не було.

Світовий досвід при утилізації осадів стічних вод, показав наступні напрями та шляхи їх використання:

- сільсько-господарське використання;
- регенерація цінних продуктів;
- виробництво будівельних матеріалів;
- виробництво адсорбентів з осадів муніципальних стічних вод;

Осади стічних вод дуже сході за своїм складом на перегній, однак мають менший вміст калію. Тим не менш активно використовуються як добрива в сільському господарстві. Осади які утворюються в промисловості, також мають попит в сільському господарстві. Наприклад, шлами від металургійних заводів, мають велику кількість вапна, що дає змогу підвищити рН в кислих ґрунтах. Осади від харчової та целюлозно-паперової промисловості багаті на органіку, що мають великий попит у використанні замість добрив. Із-за високого вмісту в своєму складі білків, амінокислот та мікроелементів, осади використовуються у якості добавок до

харчуванні у тваринництві. Вчені розробили продукт «белвітаміл», який стимулює ріст тварин. Крім використання осадів у якості добрив, також розглядається їх функція у якості компостів.

Крім сільського господарства осади також беруть попит у регенерації цінних продуктів. Наприклад, у США осади додають разом із твердими побутовими відходами і отримують біогаз, під дією анаеробного бродіння. Стічні води первинної обробки шерсті у своєму складі містять багато шерстного жиру. Під дією флотаційної сепарації, можна отримати до 50 % шерстного жиру. Згодом дана суміш охолоджується до 30 градусів. Отримана піна перекачується в бак підігріву, де під дією температури отримується три фракції: жирова, грязьова та водяна. Після цього жирова фракція проходить через вторинний сепаратор, і як результат утворюється висококонцентрований технічний жир. Він застосовується при створенні антикорозійних засобів, як мастило для підшипників. Лалолін, який добувають з технічного жиру, знайшов своє застосування у косметиці.

Не секрет, що стічні води в своєму складі мають і важкі метали, тобто вони є і в осаді. Це є причиною того, що ускладнюється використання осадів у сільському господарстві. Однак вчені, знайшли методи, за допомогою, яких ці важкі метали можна знов вилуговувати. В основному це хімічні процеси, за допомогою методу екстракції.

Також, осад стічних вод користується попитом у будівельній сфері, а саме у виробництві цементу, керамічної цегли, наповнювач для бетону та асфальту. Осади, що утворюються в титанмагнієвій промисловості, згодом при правильній переробці, можна використовувати в виробництві штукатурних розчинів та термоізоляційних матеріалів.

Із-за постійного збільшення населення на планеті, дуже часто муніципальні очисні споруди стали знаходитися в межах міст і сіл. Дана територія має неприємний запах сірководню, який утворюється із-за анаеробного зброджування. Раніше використовували активоване вугілля, для вирішення даної проблеми. Але даний

метод дорогий. Вчені проаналізували осади, і прийшли до висновку, що дані осади багаті вуглецем, який є сировиною для виробництва адсорбенту. Також, активоване вугілля отримане з осадів використовується у медицині, в якості гемосорбенту. Сухий мул використовується в технологіях біосинтезу біологічно активних речовин, й по своїм функціям може замінити гостродефіцитні й коштовні фармакологічні препарати.

У таблиці 2.1 приведені методи і об'єми утилізації осадів в різних європейських країнах.

Таблиця 2.1

Методи і об'єми утилізації осадів в деяких європейських країнах

Країна	Методи утилізації %			
	У сільському- господарстві	Звалище	спалювання	Інше
Австрія	13	56	31	-
Швейцарія	50	30	20	-
Німеччина	25	55	15	5
Данія	27	28	36	9
Швеція	15	70	-	15
Англія	53	16	7	24 (скидання в море)
Фінляндія	27	36	-	37

РОЗДІЛ 3

ВИВЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИХІДНОГО ОСАДУ СТИЧНИХ ВОД

3.1 Склад осадів

Хімічний склад осадів багатий на хімічні елементи. Суха речовина сирих осадів має такий склад (% маси сухої речовини осаду): 35,4–87,8 С; 4,5–8,7 Н; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N; 7,6–35,4 O; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 С; 5,0–8,2 Н; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N; 12,5–43,2 O. Осади містять сполуки кремнію, алюмінію, заліза, окислу кальцію, магнію, калію, натрію, цинку, хрому, нікелю та ін. При температурі 12-20 °С в осаді починають відбуватися активні процеси [20].

Для того що підібрати найоптимальніший варіант для технології переробки та утилізації сушки, необхідно проаналізувати наступні властивості осаду:

- щільність осаду ρ , кг/м^3 – це його маса, яку містить одиниця об'єму;
- концентрація твердої фази за об'ємом (об'ємна концентрація) – відношення об'єму твердої фази до вихідного об'єму аналізованої проби осаду;
- концентрація твердої фази за масою (масова концентрація), яку характеризують відношенням маси твердої речовини до вихідної маси відібраної проби осаду;
- питома концентрація маси твердої фази, кг/м^3 ;
- вологість осаду в долях одиниці або у відсотках характеризують відношенням маси рідини до загальної маси вологого осаду;
- зольність осаду – характеризує вміст нелетких мінеральних домішок;
- гранулометричний склад твердої фази осадів;
- теплофізичні характеристики осадів;

- хімічний склад осадів надає істотний вплив на їх водовіддачу. Так луги, сполуки заліза, алюмінію, хрому, міді сприяють інтенсифікації зневоднення осаду і знижують витрати хімічних реагентів на їх коагуляцію перед зневодненням, а масла, жири, азотисті сполуки, волокнисті речовини, навпаки, несприятливо впливають на процеси зневоднення осаду. Крім того, осад має величезну бактерійну забрудненість. В ньому є всі основні форми бактерійних забруднень (збудників шлункових, кишкових захворювань, яйця гельмінтів та ін.), що викликає небезпеку виникнення інфекцій;

- інші показники, серед яких теплота згорання органічної маси осадів,
- електропровідність й електрокінетичні властивості осадів, питома поверхня, спіклівість, вихід летких речовин, хімічне недопалення, паливні властивості осаду, кінетика сушки, здібність осадів до ущільнення у відцентровому полі та за допомогою фільтрації та ін [20].

Крім видалення звичайної вологи, також необхідно робити акцент на виділення колоїдно-зв'язаної води. Об'єми забруднень, що знімають з решітки залежить від типу решітки та ширини зазорів. В основному до крупних забруднень потрапляють плаваючі речовини органічного походження. Найчастіше склад осаду стічних вод виглядає наступним чином: папір – 60-65%; ганчір'я – 20-25%; деревина та пластик – 3-5%; інші забруднення – 5-7%.

Більшу частину осаду, що утворюється в піскоуловлювачах складають мінеральні частини, такі як: пісок, частини мінералів у складі цегли або вугілля. Зольність такого осаду складає приблизно 80%.

Осад, що йде з первинних відстійників має драглисту суспензію, сірого кольору, кислого запаху і неоднорідний склад, що пов'язана з різним типом очисних споруд. Частинки від 1мкм до 10 мм також присутні в цьому осаді. Із за великої кількості органічних речовин в осаді, він швидко загниває і набуває чорного кольору і відповідно має неприємний запах. До складу такого осаду, можуть входити різні хімічні елементи, такі як: кальцій, алюміній, магній, залізо, солі важких металів, канцерогені елементи, ПАР [20].

Так як активний мул, є суспензією, яка має в своєму складі аморфні пластівці, то до його складу входять аеробні бактерії та мікроорганізми. Більшість частинок активного мулу мають розміри приблизно 3-5 мм, хоча бувають і елементи менше 1 мм. Основна частина активного мулу це органічні речовини, тому при зберіганні цього осаду процеси загнивання ідуть дуже швидко.

Зброджений осад зазвичай чорного кольору та має більш однорідну структуру. Це пов'язано з тим, що в його складі багато беззольних речовин. В його склад входять такі речовини, як калій, важкі метали, фосфор та азот [20].

3.1.1 Вологість та вміст сухої речовини

Приблизно 95% всіх осадів це рідини, яка в свою чергу складається з вільної та зв'язаної у співвідношенні 65% і 35% відповідно. Зв'язана рідина розділяється на колоїдно-зв'язану та гігроскопічну (25% та 5% відповідно). Проста вода віджимається від твердого осаду фільтрацією або віджиманням. Колоїдно - зв'язана вода обволікає тверді частинки міцною оболонкою. Саме із-за цього заважає частинкам з'єднуватися в крупні агрегати. При такій суспензії видалити воду можна при використанні вакуум фільтрів або прес-фільтрів, та додаванні коагулянту. Волога, яка поглинута речовиною має назву гігроскопічна вода. В цьому випадку волога не видаляється навіть під дією термічної сушки [20].

Осад в тому виді, в якому приходиться на очисні споруди, транспортувати плоскими поверхнями неможливо, адже в ньому присутньо багато вільної води (до 85%) і треба як мінімум зменшувати цей показник вологості на 30%. Так як мулова вода має найбільший об'єм в осаді, то відповідно, що при зменшенні цього об'єму також зменшується загальний об'єм осаду.

Осад який знімають із решіток, мають в собі приблизно 80% від маси води. Приблизно 40 м³ з осаду, що проходить через решітки, займає в собі осад з вологою. Із-за високого вмісту води в осадах, найчастіше їх утилізують шляхом скиду в стічну воду. Осад, що затримують в піскоуловлювачах має менший об'єм води, це до 60%.

Таку саму концентрацію вологи у своєму складі має осад, що входить до плаваючих домішок. Найбільшу кількість вологи серед осадів має в своєму складі активний мул. Майже 98% осаду складається із водного середовища [20].

Із-за своїх фізико-хімічних показників, різновиди осаду мають свої коефіцієнти вологовіддачі. Так, наприклад активний мул віддає найбільшу кількість вологи під час всіх етапів очистки, хоча для цього і необхідне більш складне обладнання. Це пов'язано із тим, що при першому варіанті сушки осаду, волога переходить у колоїдні зв'язки. Осад складається із твердих частинок малого розміру, але дрібнодисперсні фракції мають в своєму складі більше зв'язаної вологи [20].

3.1.2 Елементний склад осаду

Осад стічних вод в своєму складі має багату хімічну палітру. Суха речовина сирих осадів має такий склад (% маси сухої речовини осаду): 35,4–87,8 С; 4,5–8,7 Н; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N; 7,6–35,4 O; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 С; 5,0–8,2 Н; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N; 12,5–43,2 O. Також осади стічних вод у своєму складі можуть містити окиси кальцію, калію, цинку, хрому, сполуки кремнію та алюмінію. Більша частина осаду це органічна речовина, що складається з гумусоподібних частинок, які мають слабо-кислу та нейтральну реакцію [21]. Хімічний склад мінеральної частини осадів представлений в таблиці 3.1.

Хімічний склад мінеральної частини осаду

Уміст оксидів, %	Тип осаду		
	З первинних відстійників	Активний мул	Зброджена суміш осаду первинних відстійників та активного мулу
SiO ₂	21,4-55,9	17,6-33,8	27,3-35,7
Al ₂ O ₃	0,3-18,9	7,3-26,9	8,7-9,3
Fe ₂ O ₃	3,0-13,9	7,2-18,7	11,4-13,6
CaO	11,8-35,9	8,9-16,7	12,5-15,6
MgO	2,1-4,3	1,4-11,4	1,5-3,6
K ₂ O	0,7-3,4	0,8-3,9	1,8-2,8
Na ₂ O	0,8-4,2	1,9-8,3	2,6-4,7
SO ₃	1,8-7,5	1,5-6,8	3,0-7,2
ZnO	0,1-0,6	0,2-0,3	0,1-0,3
CuO	0,1-0,8	0,1-0,2	0,2-0,3
NiO	0,2-2,9	0,2-3,4	0,2-1,0
Cr ₂ O ₃	0,8-3,1	0-2,4	1,3-1,9

В залежності від осаду стічних вод, в них також може бути різний вміст кремнезему, що дає змогу зробивши аналіз, віднести осади за своїм складом схожість на середньозольні торф'яністі ґрунти. У мулових осадах, які вже зберігаються більше

двох років було зафіксовано, що вміст глинозему Al_2O_3 менше, а вміст оксиду кальцію навпаки більший ніж у зональних ґрунтах. При аналізі також було отримано, що більшість осадів у своєму складі мають залізо. Цей факт треба брати до уваги, адже окиси залізо, можуть реагувати із колоїдними розчинами, які є в ґрунті, і ці сполуки можуть в подальшому блокувати надходження поживних речовин та мікроелементів до коренів рослин [21]. Мулові відклади осадів стічних вод, як виявилось багаті на вміст азоту та фосфору (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Хімічний склад осаду мулових полів

Показник та одиниця виміру	Межі коливання значень	Середні значення
pH водневе	6,3-8,6	7,5
Сухий залишок, %	22,7-45,4	36,1
Зольність, %	49,0-55,9	52,4
Вуглець, %	15,6-26,4	21,3
Азот загальний, %	1,6-2,4	2,1
C:N	7-15	10
Азот мг/кг		
Нітратний	3,5-33,6	19,6
Аміаку	34,8-2010,8	768,9
Фосфор загальний, %	1,7-3,9	2,4
Фосфор рухомий, мг/100г	290,0-1988,8	1008,5
Калій загальний, %	0,5-0,9	0,6

Також, при хімічному аналізі було зафіксовано, що осади мають високий вміст водорозчинних елементів N і K. При чому, що вміст амонійного азоту зменшується, а нітратного зростає, із періодом збільшення зберігання осаду. Це пов'язано із тим, що активно проходять процеси амоніфікації та нітрифікації азотовмісних органічних речовин. Осади стічних вод часто використовуються у вигляді гною із-за великої концентрації елементів живлення рослин. Так наприклад, виглядає середня концентрація по осадам: $N_{\text{заг}} - 2-7\%$; $P_2O_5 - 1,5-7\%$; $K_2O - 0,15-0,35\%$ [21].

У осадах стічних вод було зафіксовано помітна кількість водорозчинних солей. В основному це сульфати, нітрати, кальцій, амоній (таблиця 3.3), майже всі солі мають антропогенне походження.

Таблиця 3.3

Вміст основних легкокорозчинних солей в осадах стічних вод

Значення показника	Одиниця вимірювання	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ³⁻	Сума солей
Мінімальне	мг/кг	960	207	16,1	89,7	42,7	2899	10,6	0	4495,0
	%	0,10	0,02	0,002	0,01	0,004	0,30	0,001	0	0,47
Максимальне	мг/кг	3004	538	172	179	488	7795	1413	5625	15078,4
	%	0,30	0,05	0,02	0,02	0,05	0,78	0,14	0,56	1,52
Середнє	мг/кг	2329,3	235,8	96,8	139,8	128,2	5318,7	279,8	1282,8	10100,4
	%	0,243	0,022	0,011	0,015	0,013	0,532	0,028	0,128	1,002

Осад стічних вод у своєму складі має велику концентрацію важких металів. У великих міських центрах (Київ, Дніпро, Харків, Суми і тд) було знайдено близько 20 важких металів в осадах стічних вод, при цьому концентрація деяких із них

перевищує ГДК в декілька разів [21]. Так в таблиці 3.4 представлені важкі метали та їх середня концентрація зібрана по великим містам України.

Таблиця 3.4

Середня концентрація важких металів з українських мегаполісів

Назва елемента	Вміст важких металів мг/кг сухої речовини
Кадмій (Cd)	27,5
Кобальт (Co ²⁺)	70,88
Нікель (Ni ²⁺)	517,75
Стронцій (Sr)	215,5
Свинець (Pb ²⁺)	172,13
Хром (Cr ³⁺)	1749,38
Мідь (Cu ²⁺)	682,63
Цинк (Zn ²⁺)	2321,13
Залізо	94800
Миш'як	3,7
Бром	20,79

3.1.3 Гранулометричний склад осаду

За своїм складом осади стічних вод в основному є мулистими, близькими до алеврових мулів. Близько 20-40% осаду це глинясті частки [21]. Гранулометричний склад осаду представлений в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Гранулометричний склад осаду

Значення	Об'ємна маса г/дм ³	Гранулометричний склад						Зольність, %	Втрати при обробці, %	Гумус, %	Карбонати, %	рН водне
		0,5-0,25	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005					
Мінімальне	1,98	1,0	1,0	1,0	28,0	3,0	14,0	49,0	4,0	0	0	6,4
Максимальне	2,61	27,0	25,0	24,0	59,0	19,0	28,0	55,9	50,3	37,5	5,0	7,8
Середнє	2,305	10,0	9,83	4,83	39,67	9,50	23,42	52,4	26,38	16,29	2,35	7,2

3.2 Водовіддаюча здатність

Перед тим як обрати технологію роботи із осадам стічних вод, важливо проаналізувати таку його властивість як водовіддача. Для вибору найоптимальнішого методу підготовки та зневоднення стічних вод, осади характеризують саме за цим критерієм. Водовіддача має пряму залежність від хімічного складу осадів. Так, наприклад, в лугах металів, інтенсивність водовіддачі зростає і перед їх зневодненням, потрібно менше коагулянтів, чим при зневодненні маслів та жирів. При кондиціюванні осадів, для руйнування його колоїдної структури, водовіддача збільшується. Водовіддача осадів також відіграє важливу роль при аеробній стабілізації та анаеробному зброджуванні. Під час процесу гниття погіршується водовіддача. Коли йде процес аеробної стабілізації, то масопередача кисню зменшується, відповідно водовіддаюча властивість осаду спадає також. Зниження цього показника в аеробній стабілізації призводить до обмеження його у застосуванні. Перед вибором схеми для обробки осаду стічних вод, головне правильно проаналізувати його фізико-хімічні властивості і водовіддача входить до них [21].

3.2.1 Питомий опір фільтрації

Рівень водовіддачі важливий показник перед вибором технології очистки осаду стічних вод. Даний показник характеризується питомим опором фільтрації. Питомий опір фільтрації - опір одиниці маси твердої фази, що відкладається на одиниці площі фільтру при фільтруванні під постійним тиском суспензії, в'язкість рідкої фази якої дорівнює 1,0.

Відповідно, чим більший опір фільтрації, тим фільтраційні властивості осаду падають. Якщо брати всі осади до співвідношенню до опору фільтрації, то побачимо наступну закономірність : зброджений осад має найвищий питомий опір, потім іде сирий, найменший питомий опір має активний мул. Щоб зменшити показник питомого опору, осад перед очисткою піддають певним технічним маніпуляціям. Його можуть промивати водою, обробляти хімічними реагентами, або піддавати заморожуванню та тепловій обробці [21].

В таблиці 3.6 представлені характеристика питомого опору фільтрації з точки збору осадів на деяких водопровідних станціях України.

Таблиця 3.6

Питомий опір осадів, що утворюються на водопровідних станціях, за групами вододжерел

Характеристика вододжерел		Питомий опір фільтрації, 10^{10} см/г
Класифікація вододжерела	Назва вододжерела	
1 група малокаламутні (до 50 мг/дм ³), середньо кольорові (35-120 град.)	р.Дніпро м.Київ (Київське водосховище)	840-1410
	м. Кам'янське (Каменське водосховище)	1280-1620
	м.Запоріжжя (оз.Славутич)	800-1600
2 група малокаламутні (до 50 мг/дм ³), середньо кольорові (35 град.)	р. Південний Буг м.Вінниця	840-890
	р.Тетерів м.Житомир	450-580
	р.Дніпро м.Черкаси (Кременчуцьке водосховище)	470-550
	м.Світловодськ (Кременчуцьке водосховище)	280-320
3 група середньої каламутності (50-250 мг/дм ³) малокольорові (до 35 град).	р. Сів.Донець м.Харків	100-180
	р.Дісна м.Київ	160-270
	р.Рось м. Біла Церков	130-230
4 група каламутні (понад 250 мг/дм ³) малокольорові (до 35 град).	р.Дністер м.Чернівці	3-100

3.2.2 Термоліз

Процес під час якого хімічні сполуки розкладаються під дією температури називається термолізом. Щодо осадів то під дією температури розуміють процеси сушки, тобто йде знезараження та зменшення загальної маси осадів, за допомогою технологічних процесів в які залучені вакуум фільтра, центрифуги та фільтр-преси. Завдяки цьому об'єми осадів зменшуються, волога уходить, що дає змогу спростити транспортування осадів з території очисних станцій. Після сушки з осаду зникають гельмінти та патогенні мікроорганізми, він набуває сипучості, та не гниє. Так як процес гниття зупиняється, діяльність мікроорганізмів блокується, то осад сам по собі стабілізується, що полегшує надалі умови роботи з ним та його утилізацію. Завдяки процесу сушки з осаду виходять мікроорганізми, леткі хімічні сполуки зникають, хімічний склад стає менш агресивним, що дає змогу використовувати осади у сільському господарстві. Головне підібрати правильну температуру та технологію.

Під час вибору технологій головне звертати увагу на концентрацію осаду, його в'язкість, контролювати цей процес весь час і фіксувати, щоби не з'являлись дрібні органічні частинки в камерах.

Існують різні способи термічної сушки при яких покращується хімічний склад осаду:

- конвективний;
- радіаційно-конвективний;
- кондуктивний;
- сублімація в електромагнітному полі.

Кожен з цих способів дає акцент на певні хімічні елементи та сполуки. І перед вибором одного з цих методів, дуже важливо отримати відповідні результати хімічної експертизи. Найбільш популярний це метод конвективний. Для його активації необхідна теплова енергія, яка передається через спеціального сушильного агента. Цей агент використовує спеціальні гази, які і виловлюють небезпечні хімічні елементи, які є в осаді. Єдиний недолік цієї установки є необхідність проведення процесів під високою температурою (500-800°C) та великі габарити самої установки [20].

3.3 Старіння

Після утворення кристалічного осаду, його разом із його маточним розчином залишають на деякий час. В цей момент відбуваються певні процеси в системі «розчин-осад», саме ці процеси і називаються старінням осаду. Саме ця умова і дає змогу отримати крупнокристалічні осадки. Під час нього утворюються кристали більш вигідної форми для утилізації, вони становляться більшими і чистішими [20].

Під час старіння осаду відбуваються наступні процеси:

1) Перекристалізація. Тобто маленькі частинки набувають більший розмір. Це зумовлено тим, що поверхневий натяг у маленьких частинок збільшується, тому маленькі – розчиняються, а великі їх поглинають. Під час зміни структури кристалів, виправляються дефекти цих кристалів, та вони очищуються від зайвих іонів;

2) Перехід метастабільних модифікацій у стабільні. Наприклад, іони Ca^{2+} при кімнатній температурі осаджується щавлевою кислотою у вигляді суміші двох кристалогідратів: $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. При нагріванні ці сполуки перетворюються на стійку форму $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

3) Хімічне старіння. Процес під час якого змінюється кристалічна структура осаду за рахунок її переходу в термодинамічно-вигідний стан.

Однак отримати абсолютно чисті кристали неможливо із-за процесу співосадження. Це процес коли осад забруднений розчиненими речовинами. Причини його утворення є:

- адсорбція;
- оклюзія;
- ізоморфізм.

При адсорбції забруднююча речовина знаходиться на твердій частині адсорбента. Паралельно із адсорбцією протікає процес десорбції. По законам хімії ці процеси протікають паралельно і збалансовано. Але на загальну картину цих двох процесів впливають такі фактори, як: температура, природа іонів, площа поверхні адсорбента та концентрація цих іонів [20].

Під час процесу адсорбції виникає пряма залежність від площі адсорбента до кількості іонів. Чим більше площа, тим більше іонів він може на себе прийняти. Тобто, якщо ми маємо аморфні осади, то в цьому випадку чим більше між собою зчеплюються невеликі частинки, тим більше адсорбент зможе їх прийняти на себе. В протилежному випадку працюють крупнокристалічні осади із-за того, що в них набагато менша поверхня [20].

Такий фактор, як концентрація працює в процесі адсорбції наступним чином. Адсорбційні властивості зростають зі збільшенням концентрації тієї чи іншої речовини, але не прямо пропорційно, більш повільніше. Але, адсорбційні властивості не безкінечні і при досягненні певної концентрації вони втрачають свої властивості.

При зниженні температури, адсорбційна властивість підвищується, так як процес адсорбції це екзотермічний процес. Можна помітити зворотній процес, коли активізується процес десорбції із підвищенням температури [20].

Процес адсорбції характерний не для всіх іонів і відповідно працює вибірково. Кожен адсорбент підлаштований під окремий іон. В першу чергу адсорбент притягує до себе той іон, який має схожу кристалічну будову. При адсорбції іонів слід не нехтувати наступними правилами:

- іони, які мають найбільший заряд, адсорбуються швидше;
- якщо, іони мають однаковий заряд, то адсорбуються швидше той, який має більшу концентрацію;
- правило Фанета-Фаянса-Гана. Якщо іони мають і однакову концентрацію і однаковий заряд, то адсорбуються ті, що більш схожі за кристалічною будовою до адсорбента.

Оклюдія. Головна її особливість, що забруднююча речовина, вже є середині частинок осаду. Причини оклюзії: адсорбція в процесі кристалізації, механічне захоплення забрудненої речовини при кристалізації або утворення хімічної сполуки між осадом і співосаджуваною домішкою. При проходженні правильного процесу оклюзії головне щоб процес проходив під правильним зливанням розчинів.

Наприклад, при послабленні катіонів, необхідно, щоб кристали осаду росли. Якщо, ми хочемо отримати осад вільним від оклюїдних речовин, треба водити осадження в середовищі. Швидкість роботи осаджувача напряму впливає на величину оклюзії. Якщо, ці ж осаджувачі доливати повільно, то осади стають більш чистими [20].

Процес в якому утворюються змішані кристали називається ізоморфіз. Головна роль ізоморфічних речовин полягає у створенні сумісних кристалів. Кількість змішаних кристалів, що утворилися напряму залежить від концентрації осаджувального іона. Тобто для зменшення співосадження необхідно: підвищити температуру, промивати осади та переосадити їх у випадку оклюдованих домішок. Зазвичай явищем співосадження не користуються, але інколи воно може бути і корисним. Наприклад, якщо концентрація якогось елемента дуже мала, і його пряме осадження неможливе [20].

4. Висновки

Під час роботи над 3 розділом було вивчено та проаналізовано хімічний склад осадів та їх властивості. Після аналіз хімічного складу осадів було отримано наступні результати Суха речовина сирих осадів має такий склад (% маси сухої речовини осаду): 35,4–87,8 С; 4,5–8,7 Н; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N; 7,6–35,4 O; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 С; 5,0–8,2 Н; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N; 12,5–43,2 O. Були розглянуті показники, які слід враховувати при переробці та утилізації осадів. Було розглянуто значення вологості та вміст сухої речовини у осаді, та важливість цих факторів, при роботі із осадом. Більш детально було вивчено елементний хімічний склад осаду і його мінеральної частини. Визначено, що осади стічних вод у своєму складі можуть містити окиси кальцію, калію, цинку, хрому, сполуки кремнію та алюмінію. Більша частина осаду це органічна речовина, що складається з гумусоподібних частинок, які мають слабо-кислу та нейтральну реакцію. Проаналізовано хімічний склад мулових полів з осадом, в яких відклади осадів стічних вод, як виявилось багаті на вміст азоту та фосфору. При хімічному аналізі було зафіксовано, що осади мають високий вміст водорозчинних елементів N і K. У осадах стічних вод було зафіксовано помітна кількість водорозчинних солей. В

основному це сульфати, нітрати, кальцій, амоній, майже всі солі мають антропогенне походження. Було отримано дані про середню концентрацію важких металів з українських мегаполісів, і виявлено, що концентрація деяких металів перевищує норми ГДК. У цьому розділі був представлений гранулометричний склад осаду та вивчено, що за своїм складом осади стічних вод в основному є мулистими, близькими до алеврових мулів. Близько 20-40% осаду це глинясті частки. Вивчена властивість подавляючої властивості осадів і питомий опір фільтрації. Було представлено характеристика питомого опору фільтрації з точки збору осадів на деяких водопровідних станціях України. Також під час цієї роботи були розглянуті такі процеси як термоліз та старіння та їх значення на загальну картину осадів, утилізацію та вплив на фізико-хімічні властивості осадів.

РОЗДІЛ 4.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СХЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ВОДОПРОВІДНИМ ОСАДКОМ

4.1 Обробка водопровідного осаду

Осади стічних вод у своєму складі багаті на різні мікроорганізми, віруси, яйця гельмінтів, таким чином є небезпечні в санітарному та інфекційному плані. Відповідно до цього осади повинні оброблятися, тобто знезаражуватися. Саме цей процес відповідає за фінальний вміст мікроорганізмів та різних патогенних речовин у осадах стічних вод. Ступінь та необхідність знезараження необхідно обирати відповідно до того, як далі осади будуть утилізуватися. Наприклад, якщо мова йдеться про подальше використання у якості добрив у сільському господарстві, то осади не повинні мати більше 10^4 кишкових паличок, та ентерококів не повинно бути більше 10^3 кл/л [19].

Осади можуть знезаражуватися під час різних етапів проходження на очисних спорудах, як і при сушці, зневодненні чи відстоюванні на мулових площадках. Існують наступні методи обробки осадів : термічні, біологічні, хімічні, біотермічні. Також на знезараження осадів, можна вплинути різними фізичними діями, такими як радіоційні, ультразвук, ультрофіолетове випромінювання чи дія високого струму.

Під термічною дією процес знезараження базується на тому, що осади нагрівають до температури 100°C за декілька хвилин гинуть гельміти та різні патогенні мікроорганізми. Для початку рекомендують прогрівати осади до 20 хвилин при температурі 60°C , адже деяким мікроорганізмам цього буде достатньо. Для термічної стабілізації осадів найчастіше використовують трубчасті теплообмінники, як теплоносій гарячих газів. Головне очищений осад одразу утилізувати, адже при довгому зберіганні мікроорганізми можуть повторно розвиватися [19].

Біотермічна обробка осадів, залежить в першу чергу від фізико-хімічних показників самого осаду. Існують різні методи біотермічною обробки, такі як:

обробка в штабелях з наповнювачами, біобарабаних установках, методи гомогенізації. Під час використання біотермічних методів, йде перехід від мезофільного до термофільного режиму, під дією мікроорганізмів, відповідно швидкість біотермічних реакцій зростає. Одним із недоліків біотермічної обробки є часовий період, який необхідний для повного циклу. Сам цикл складається з двох етапів. Перший етап йде 1-3 тижні. Під час цього етапу температура підвищується від 50-80 °С і супроводжується активним розвитком мікроорганізмів. Під час першого циклу йде зменшення кількості осадів та його знезараження. Другий етап протікає від 3-6 місяців. Етап має назву дозрівання компосту. Під час цього етапу йде розвиток простих та членистоногих, температуру понижують менше ніж 40 °С. Під час цього процесу головне, щоб у мікроорганізмів був доступ до кисню. На 1 кг речовини потрібна приблизно 1-1,5 кг O₂. Під час прогрівання новоутвореного осаду відбувається процес перемішування цього осаду, під час якого кількість органічних речовин в осаді скорочується на 20-25%. Якщо процес біотермічної обробки осаду відбувається в аеробних умовах, то тоді додають наповнювачі, такі як тирса, листя або тверді побутові відходи. Компостовану яму слід вкривати теплоізолюючими матеріалами, для теплоізоляції та запобігання розмноженню мух. Процес компостування може протікати від 3 до 4 місяців. При біометричній обробці осаду, крім матеріалу, для сільського господарства також можна отримати чорні і кольорові метали. В результаті обробки цим методом отримують компост з вологістю 45-55% [19]. Основні технологічні операції даного процесу приведені на рис.4.1

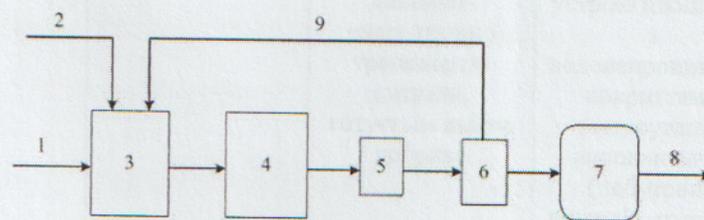


Рисунок 4.1 – Технологічна схема процесу аеробного компостування осаду:
 1 – подача осаду; 2 – внесення добавок; 3 – перемішування;
 4 – компостування (з продуванням повітрям); 5 – стабілізація (без продування повітря); 6 – просіювання; 7 – консервація (зберігання);
 8 – готовий компост; 9 – добавка компосту

Для того, щоб в подальшому використовувати осад як органічне добрива, то зазвичай використовують хімічне знезараження осадів. Великим попитом для цього методу користуються аміак, тіазон та формальдегіди. Саме ці речовини призупиняють розвиток патогенних мікроорганізмів. Гашене та негашене вапно дуже широко використовується за кордоном. Саме завдяки їм в осаді створюється лужне середовище і підвищується водовіддаюча здатність. Тривалість даного хімічного втручання не перевищує дві доби [19]. Загальна характеристика методів знезараження осадів стічних вод представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Показники методів знезараження осадів стічних вод

Процес	Витрата теплоти, МДж на 1 м ³ зневодненого осаду	Вологість після обробки, %	Основні переваги методу	Основні недоліки методу	Переважна сфера застосування
Обробка в камерах дегельмінтизації	600-700	60-70	Простота експлуатації, невисока витрата пального	Відносно висока вологість і вартість транспортування осаду	Спори з очищення стічних вод пропускну здатністю до 20 тис. м ³ /доб
Термічна сушка в сушарках із зустрічними струменями	1900-2800	35-40	Скорочуються транспортні витрати, спрощується утилізація як добрива, так і палива	Висока витрата пального, потреба в кваліфікованому персоналі, необхідність очищення газів, що відходять	Те ж, пропускну здатністю більше 100 тис. м ³ /доб
Біотермічна обробка (компостування)	-	45-50	Скорочуються паливно-енергетичні і транспортні витрати, готується якісне добриво	Необхідністю устрою площадок з водонепроникним покриттям і застосування наповнювачів (побутових відходів, готового компосту, торфу, тирси і т.п.)	Те ж, пропускну здатністю до 200 тис.м ³ /доб
Спалювання з використанням отриманої теплоти	Від -300 до +1800	-	Значно скорочуються транспортні витрати, можливе отримання додаткової теплоти	Необхідність ефективного очищення газів, що відходять, потреба в кваліфікованому персоналі	Спори з очищення стічних вод за відсутності споживачів добрив з осадів або високої їх токсичності

4.2 Утилізація водопровідного осаду

На даний момент розглядаються схеми безвідходних технологій, схеми роботи очисних споруд, в яких відсутнє скидання «хвостових» вод та осадів у води навколишнього середовища. Осади на таких станціях можуть накопичуватися. Для цього відповідно підприємству необхідно виділяти землі для відвалів. Тим не менш, ці накопичення є дуже цінним ресурсом. На підставі проведених інститутом «УкркомунНДПроект» в співдружності з рядом інститутів і організацій м. Харкова досліджень встановлена можливість і практична доцільність утилізації осадів. Але, перед тим як вибрати методи утилізації цих осадів, необхідно проаналізувати фізико-хімічний склад даного осаду. Більшості осадів у своєму складі мають такі мінерали, як каолінит та монтморилоніт і багато органічних речовин. Типові осади, які схожі за своїм складом на глинисту або лесовидну сировину, логічно було б використовувати для керамічних потреб або будматеріалів. Осади, що мають в своєму складі багато органічних речовин можна знайти застосування в сільському господарстві, у якості добрив. Наразі, представлений перелік застосування осаду стічних вод згідно інституту «УкркомунНДПроект» (м. Харків).

На заводі «Южгіпромцемент» осад, який там утворився використовується у якості глинистого компоненту. Із-за того, що осад в своїй структурі має трьохкальцієвий алюмінат, цемент підвищує свою міцність.

У металургійній промисловості лідерство по використанню осаду займає «Азовсталь». Там для фетерування надставок використовують осад з водопровідних станцій. При цьому якість фетерування підвищується на 20% [20].

Осад на будівельній промисловості використовується як опудрювач гранул при виробництві керамзиту. І це вразі дешевше ніж використовувати глинозем.

Так як осади стічних вод багаті на азот, фосфор та калій, які є життєвонеобхідними для росту рослин, то його активно використовують в сільському господарстві. При внесенні осаду під час посадки сільського-господарської продукції підвищується рівень врожайності [20].

Метод регенерації коагулянтів з осадів стічних вод заснований на розчиненні в кислотах, продуктів гідролізу. Регенований коагулянт в своєму складі зазвичай складається з сірчаноокислого алюмінію. 80% коагулянта повертається в виробництво і при цьому об'єми осаду зменшуються в 5-10 разів. Більшість країн Західної Європи для даного методу використовують соляну або сірчану кислоти і саме в цьому заключається головний недолік даного методу утилізації, тому що в цьому випадку необхідно влаштувати складне реагентне господарство, яке буде мати шкідливі умови праці, також не слід забувати про екологічні наслідки під час скидання нейтралізованої води [20].

Можна також проводити регенерацію за рахунок лугів, але при цьому падає ефективність отримання речовини майже вдвічі, в порівнянні з кислотним методом. Серед переваг, є те що даний метод більш екологічно чистий.

Зараз, в лабораторних умовах розглядається метод з використанням газоподібного хлору. При цьому даний метод вважається більш технологічно та економічно доцільним. Він може витягувати до 95% коагулянту.

4.2.1 Скидання осаду в поверхневі водотоки та водоймища, поховання у відкритому морі, закачування в підземні горизонти

Одним із методів утилізації, розглядається можливість змішування водопровідних станцій з міськими стічними водами. При цьому розглядаються наступні варіанти:

- 1) скидання осадів станцій очищення питних вод в міську каналізаційну мережу;
- 2) перекачування їх на станцію очищення міських стічних вод;
- 3) транспортування автотранспортом на установки для зневоднення і сушки осадів міських стічних вод [20].

Одним із головних причин для змішуванні цих двох різновидів стічних вод є їх ідентичність. Вони мають схожу початкову вологість, на прожарювання йде однакова кількість витрат і опір фільтрації на одному рівні. Осади мають високу гідрофільність.

Осади можна також ліквідувати тимчасово. До таких методів відносять скидання в накопичувачі та закачування їх в земляні порожнечі. Під час очищення стічних вод утворюються шлами – тверді мінералізовані осади. Щоб вони не потрапили у відкриті та підземні води, їх направляють на накопичувачі. Ці накопичувачі мають в своєму складі надійні фільтруючі споруди, які не дають змогу рідині потрапити у відкрите навколишнє середовище [20]. Схема такого ставка накопичувача зображена на рис.4.2.

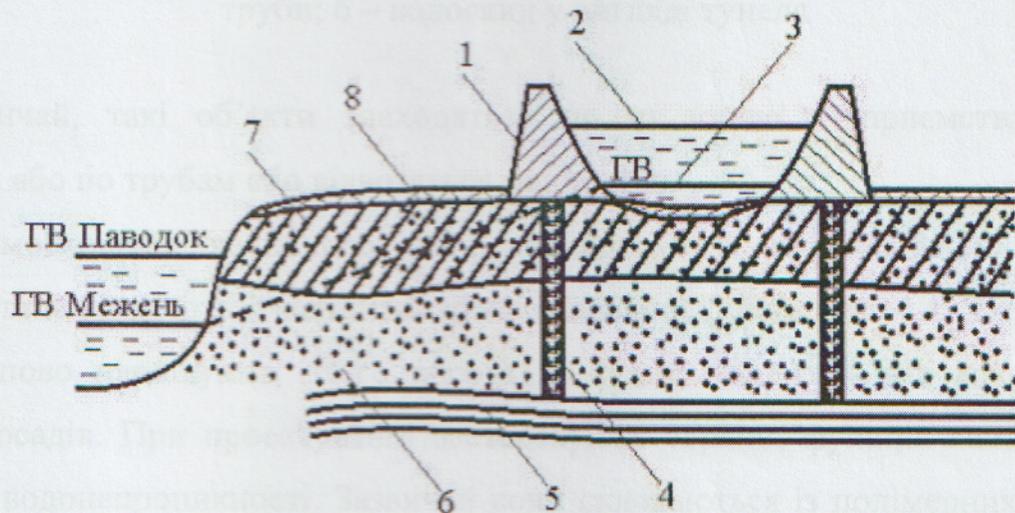


Рисунок 4.2 – Ставок накопичувач-випарник:

- 1 – гребля обвалування; 2 – максимальний розрахунковий рівень стоків;
- 3 – горизонт води (ГВ) в озері-солончаку до влаштування ставка;
- 4 – протифільтраційна завіса з бентонітових глин; 5 – глини;
- 6 – піски; 7 – суглинки; 8 – ґрунт.

4.2.2. Зневоднення осаду в шламонакопичувачах

Шламосховища служать для прийому різного складу осаду, який зазвичай має мінеральні та органічні речовини, і зберігаються там поки не знайдуть вирішення їх утилізації. Це відкриті ємності, які можуть бути балачного типу (Рис.4.3)

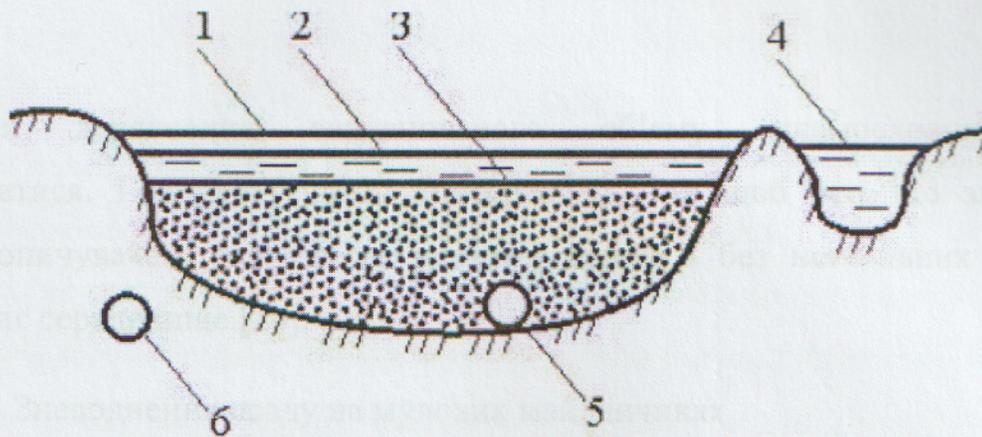


Рисунок 4.3 – Шлямосховище типу балочного яру:

1 – проектна поверхня шлямосховища; 2 – рівень води;
 3 – рівень шламу; 4 – водоскид у вигляді канави; 5 – водоскид у вигляді донної труби; 6 – водоскид у вигляді тунеля

Зазвичай, такі об'єкти знаходяться по за зоною підприємства, а осадки подаються або по трубам або відвозяться машинами.

Шлямосховища насипного типу розташовують на спеціально відведеній території, та покривають її валиками трапецеїдальної форми (Рис 4.4). Цей земляний вал поступово нарощують. Його висота на пряму залежить від властивостей і кількості осадів. При проектуванні застосовують екрани, функція яких полягає в збільшенні водонепроникності. Зазвичай вони складаються із полімерних матеріалів [20].

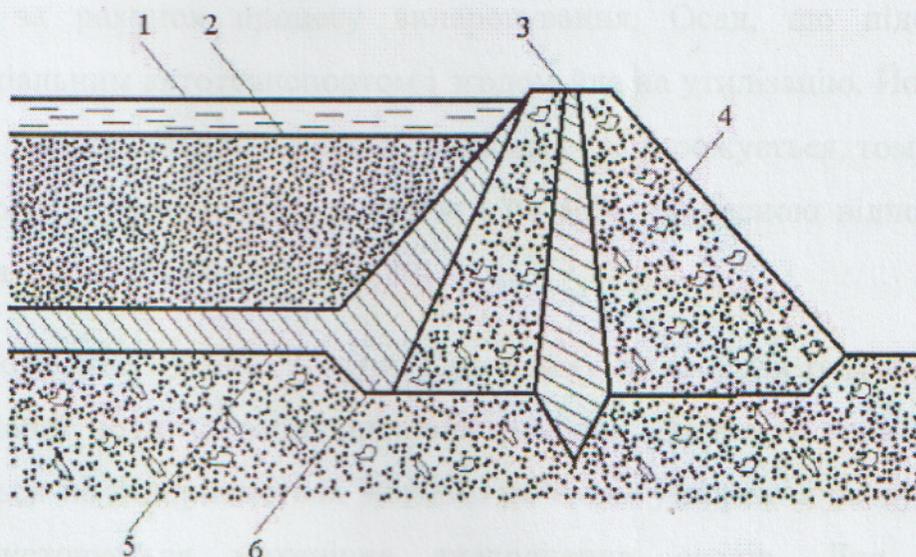


Рисунок 4.4 – Насипний вал (дамба) шлямосховища: 1 – рівень води; 2 – рівень шламу; 3 – ядро; 4 – тіло валика; 5 – похилий екран; 6 – горизонтальний екран

Після досягнення запланованого об'єму шламосховище повинно консервуватися. Головною ідеєю консервації, є те щоб все, що знаходиться в шламонакопичувачах, зберігалось якомога довше і без негативних наслідків на навколишнє середовище [20].

4.2.3 Зневоднення осаду на мулових майданчиках

Сушка є найпоширеніший метод для зневоднення осадів, і найчастіше для цього використовують мулові майданчики. Вони існують різного типу, в залежності, якими земельними властивостями багаті ті чи інші підприємства. Загальний механізм дії мулових майданчиків, полягає у наступному:

- ущільнення осаду;
- виділення вологи з цього осаду;
- використання дренажної системи для його виділення;
- випаровування вологи.

Важливо при конструюванні мулових майданчиків, щоб зберігався баланс між фільтрацією осаду та його випаровуванням. Мулові площадки повинні складатися з карт та бути оточеними з усіх сторін валиками. Осад що розлитий по картам зневоднюється за рахунок процесу випаровування. Осад, що підсох, згодом збирається спеціальним автотранспортом і згодом йде на утилізацію. Його вологість складає 70-80%. Зимом осад на мулових площадках заморожується, тому площадки, які йдуть на його утримання слід заповнити на 80%, бо весною відповідно об'єм збільшується, за рахунок таїння льоду [20].

Мулова вода, йде очисні споруди. При цьому ці споруди розраховуються на утримання мулової води та забруднюючих речовин. Зазвичай мулові площадки використовуються на підприємствах з малим об'ємом утворення осаду. Для інших об'ємів використовується механічне зневоднення осадів. Для підвищення зневоднення осадів пропонується використовувати катіонні флокулянти, таким чином підвищити ефективність мулових площадок до 2 разів. Підвищити процес сушки

осадів на мулових площадках, також можна процесом ворущіння. Коли осад покривається рослинністю по-перше понижується швидкість вітру, по-друге зменшується випаровування води і при ворущінні процес сушки відбувається швидше. Якщо підібрати правильну технологію, то можна покращити ефективність сушки на мулових площадках. Звісно багато чого залежить від складу осаду, але при правильній висоті і кратності наливання, ці процеси можна оптимізувати. Зараз у світовій практиці розпочинають проводи роздільно етапи сушки, ущільнення та наморожування осадів [20].

Також для природного зневоднення осадів можна використовувати мулові ставки, або їх ще називають лагунами. Вони зазвичай мають форми канав. Такі об'єкти значно дешевше ніж мулові ставки, за рахунок використання природних виїмок і простоти конструкції. Головне щоб ґрунтові води залягали набагато нижче, ніж знаходяться ці ставки. Після заповнення цієї лагуни, її засипають шаром ґрунту, осади перегнивають і потім їх використовують у якості добрив.

2.4.5 Штучне заморожування та розморожування осадів

Штучне заморожування та розморожування відносять до фізичних методів очистки осадів стічних вод. Головним фізичним фактором в цьому методі є температура. Зазвичай, даний метод використовується для очищення мінеральних осадів, з метою виділення солей. Сам процес умовно можна поділити на два етапи. Перший це концентрування, другий виділення сухих речовин. Установки, які працюють на заморожуванні осаду базуються на тому, що концентрація солей у заморожених осадах менша, ніж у розчинах. Для цього необхідно мати обладнання, яке буде створювати вакуум та спеціальний холодильний агент. Схема приведена на рис. 4.5. При додаванні охолодженого розчину в кристалізатор утворюється лід. Згодом лід розморожується в конденсаторі. Компресор використовують для стискування водяної пари. Головне щоб в установці був високий вакуум [19].

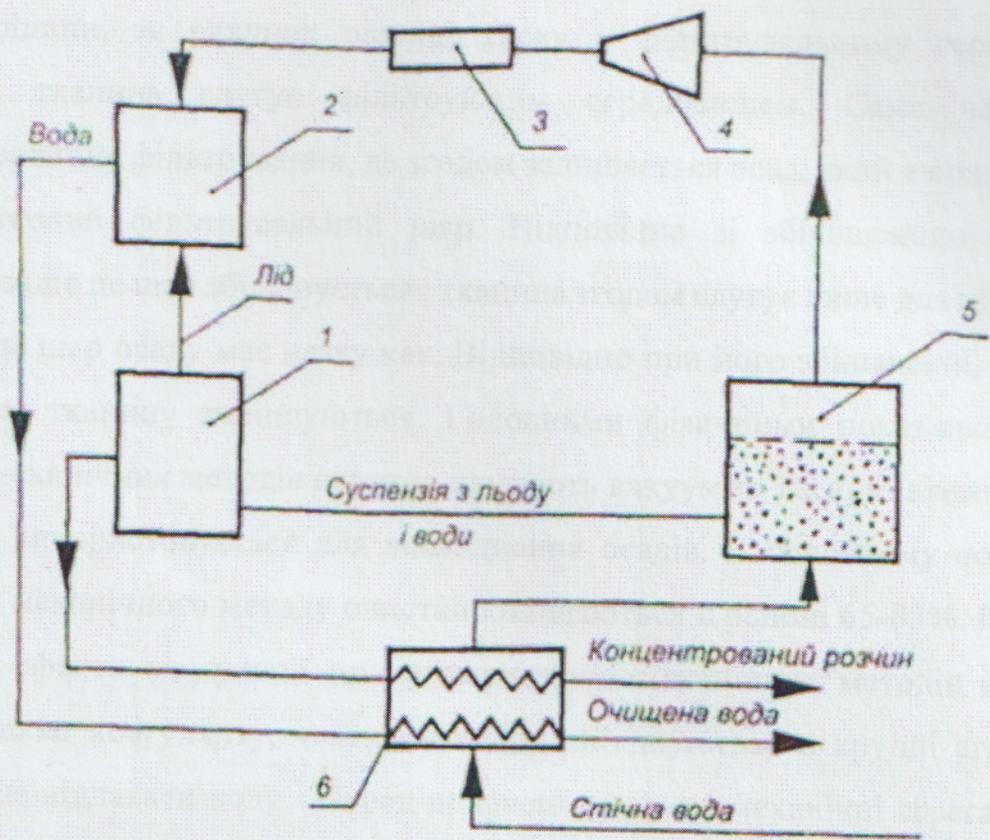


Рисунок 4.5. Схема установки концентрування розчинів виморожуванням під вакуумом: 1 — промивна колонка; 2 — конденсатор-розпилювач; 3 — допоміжна холодильна установка; 4 — конденсатор; 5 — кристалізатор; 6 — теплообмінник

4.2.5 Механічна обробка осаду

Головним недоліком вищезгаданих методів зневоднення осадів є те, що для них необхідно виділяти великі території. Тому, якщо очисне підприємство немає такої можливості, то застосовують механічні методи очистки осадів. До них відносять методи із використанням вакуум-фільтрів, фільтр-преси, центрифуги та інші апарати. Апарати, вживані для зневоднення осадів стічних вод можна класифікувати за видом механічної дії на їх структуру:

- зневоднення осадів під розрядженням;
- зневоднення осадів під тиском;
- зневоднення осадів у відцентровому полі.

При процесі фільтруванні осаду, відбувається його розділення на тверді частинки та рідини, за рахунок різниці тиску у фільтрувальному середовищі. Фільтрувальна тканина слугує фільтруючим середовищем. Саме через неї відбувається первинне фільтрування, де згодом залишається осад, який в подальшому створює додатковий фільтрувальний шар. Відповідно зі збільшенням процесу проходження осадів це шар збільшується і тканина згодом слугує лише для підтримки цього шару. Оце шар осаду має назву кек. Відповідно при його збільшенні, процеси фільтрації через тканину зменшуються. Головними фізичними показниками при використанні механічних методів очистки слугують вакуум та тиск, в залежності від установки, яка використовується для зневоднення осадів. В основному показники вологості після механічного методу очистки коливаються в районі 65-85%. Важливо не пропустити ефекти коагуляції при використанні механічних методів очистки. Адже саме завдяки коагулянту, частинки осаду об'єднуються в крупні агрегати і осаду стає легше віддавати воду. Перед подачею осаду на механічні агрегати його промивають водою та продувають повітрям. Оця мулова вода що утворилась йде на очисні споруди, а кек піддають коагуляції та відправляють на зневоднення. Відповідно осад втрачає свій питомий опір і легше віддає воду [19].

4.3 Порівняння технологій зневоднення осаду

Для зменшення вологи в осаді можна використовувати як природні так і штучні умови. Природні це: мулові площадки та ставки. До штучних можна віднести фільтр-преси, центрифуги. Після зневоднення об'єми осадів зменшуються в 7-15 разів, а кількість вологи падає на 20-45%.

4.3.1 Камерний-фільтр прес

Камерний фільтр прес чергується із плит та рам, між якими прокладена фільтрувальна тканина. При отриманні зневодненого осаду, з початку знімають рами і плити, осад вижимають. Найпоширенішими у використанні є фільтр-преси ФПАКМ (фільтр-прес автоматизований). Основою слугують опори, які підтримують плити, між якими прокладена фільтрувальна тканина. В камеру подається повітря, яке

згодом іде в колектор. Осад під час цього віджимається діафрагмою. Плити розсуваються і кек, що утворився знімається ножем. При необхідності і покращення зневоднення осаду в такі установки можуть додаватися певні хімічні реагенти. Наприклад, вапно чи хлорне залізо. Найефективніше дані установки себе показали при роботі з мінеральними осадами [22]. Схема фільтр-преса ФПАКМ зображена на рис.4.6.

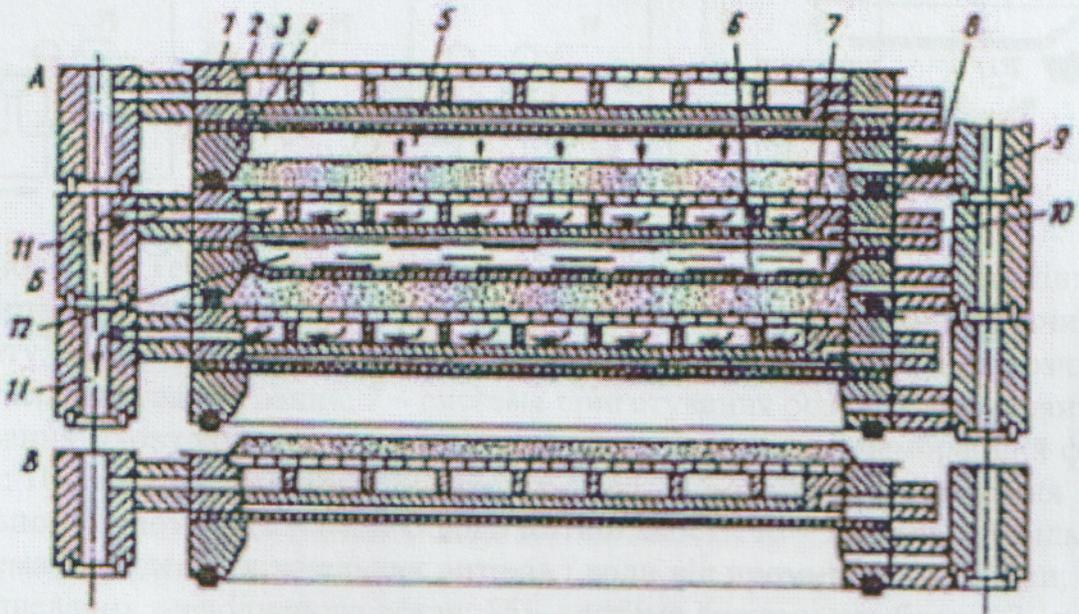


Рисунок 4.6 Схема фільтр-преса ФПАКМ:

- 1 - верхня частина плити; 2 - перфорований лист; 3 - камера для прийому фільтрату;
 4 - нижня частина плити в вигляді рами; 5 - камера для осаду; 6 - еластична водонепроникна діафрагма; 7 - фільтрувальна тканина; 8 і 10 канали; 9-колектор для подачі осаду; II - колектор для відведення фільтрату і повітря; 12 порожнину для води.

Технологічна схема роботи цього методу полягає наступна. Суміш подається до змішувача. Для покращення ефективності додаються різні хімічні реагенти. Далі суміш направляють до фільтр-прес. Кондиціонований осад під тиском направляється

на фільтр-прес. Даний процес триває 80-90 хвилин. І осад який на початку мав вологість 90-95 % , згодом втрачає до 30% вологи [22]. На рисунку 4.7 показана одна із таких установок, яка користується популярністю у зневодненні осадів, на українських очисних спорудах.

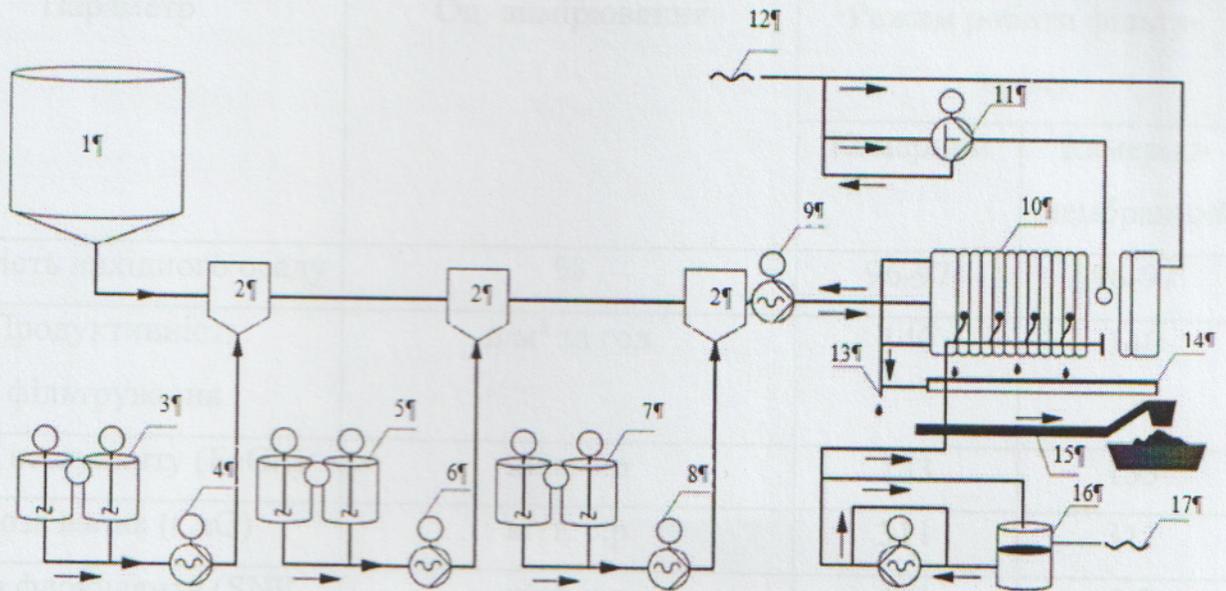


Рисунок 4.7. - Технологічна схема установки зневоднення суміші осадів:

- 1 – емність вихідного осаду; 2 – змішувач; 3 – система приготування розчину коагулянту; 4 – насос дозування коагулянту; 5 – система приготування розчину вапна; 6 – насос дозування вапна; 7 – система приготування розчину флокулянту; 8 – насос дозування флокулянту; 9 – насос подачі осаду на камерно-мембранний фільтр-прес; 10 – камерно-мембранний фільтр-прес; 11 – система промивання фільтрувального полотна; 12 – подача води питної якості; 13 – відведення фільтрату; 14 – система відведення крапельних витоків і води від промивання тканини; 15 – система відведення зневодненого осаду; 16 – система дожиму мембран; 17 – подача технічної води

Також в таблиці 4.2 відображена експериментальна частина випробувань по зневодненню осадів за допомогою реагентів. Для цього експерименту вчені використовували камерні та камерно-мембранні фільтра [22].

Результати випробувань зі зневоднення суміші осадів на камерно-мембранному фільтр-пресі

Параметр	Од. вимірювання	Режим роботи фільтр-пресу	
		Камерний	Камерно-мембранний
Вологість вихідного осаду	%	96-97	96-97
Продуктивність фільтрування	л/м ² за год	140	140
Доза коагулянту (FeCl ₃)	кг/т. с.р	133	133
Доза вапна (CaO)	кг/т. с.р	311	311
Доза флокулянту (SNF 4800)	кг/т. с.р	0,7	0,7
Вологість зневодненого осаду	%	74-75	71-73

За отриманими даними можна помітити, що осад втрачає понад 20-25% вологи. Також слід зазначити, що при флокулянт показав найменшу масу, яку можна використовувати у якості хімічного реагенту, для підвищення зневоднення осаду стічних вод.

4.3.2 Стрічковий прес

Стрічковий прес один із варіантів для зневоднення осаду стічних вод. Процес полягає у виділенні вологи, попередньо згущеного осаду. Як і в усіх варіантах продуктивність установки в першу чергу залежить від властивостей осаду і в даному випадку від ширини стрічки. Наприкладі, міських стічних вод, продуктивність стрічкового пресу сягає 4-7 м³/год на стрічку ширина якої сягає 1 м. При таких об'ємах

необхідно приблизно 0,1-0,5% коагулянту від сухої маси осадів. На фінальному етапі можливо отримати осад з вологістю 60-65%.

При застосуванні даного методу, при умові, що вологість осаду 98-99% необхідно провести його згущення. При цьому вологість осадів одразу падає до 94-95%. Таки метод додавання згущувачів в першу чергу дозволяє зекономити місце і збільшити продуктивність роботи пресу [19]. Схема роботи фільтр-пресу представлена на рис. 4.8.

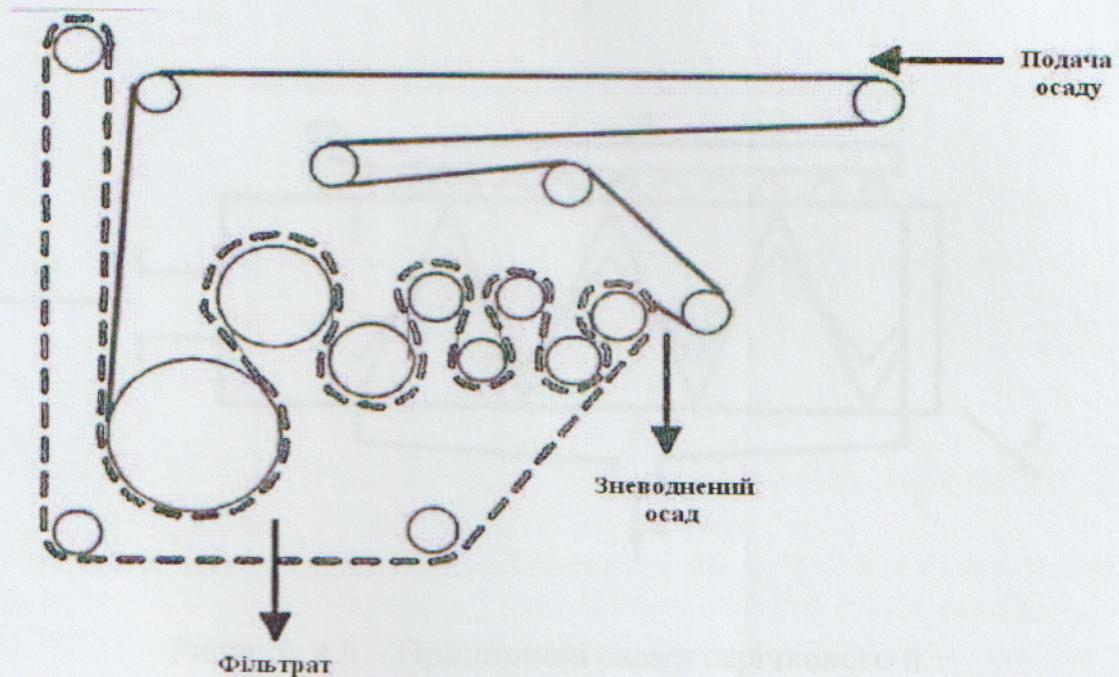


Рисунок 4.8 – Стрічковий фільтр-прес

Перед тим як осад згущують, до нього додають флокулянт катіонного типу. Саме це дає змогу провести процес згущення швидше та простіше. Наприкладі барабанних згущувачів, то там осад вводиться в середину барабану, і фільтрується через спеціальне сито. Згодом згущувач дістається за допомогою шнека, а фільтрат покидає установку через каналізацію.

Один із варіантів роботи стрічкового згущувача представлений на рис.4.9. Згущувач подається на фільтрувальну стрічку, і під дією сил гравітації осад згущується. Потім за допомогою ножа це осад видаляється, а сама стрічка

промивається проточною водою. В спеціально відведеному місці – в кориті, збирається фільтрат, який згодом видаляється через спеціальну скидну трубу [19].

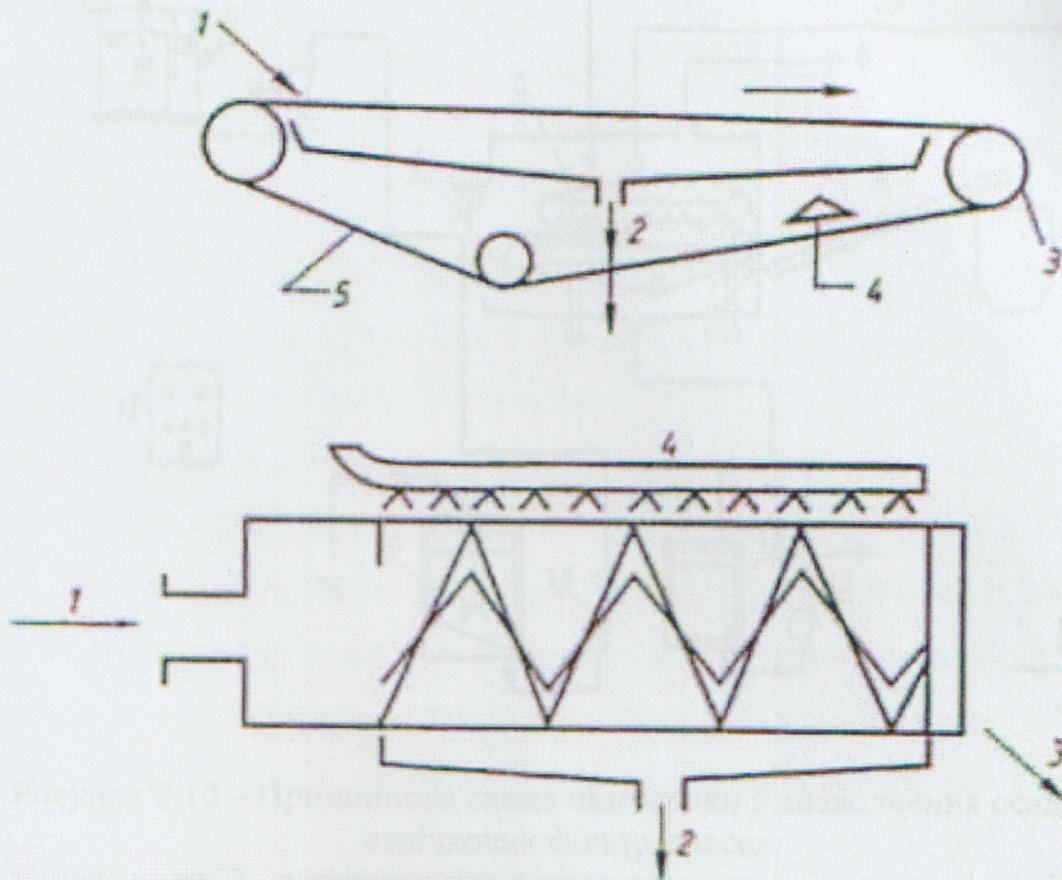


Рисунок 4.9 – Принципові схеми стрічкового й барабанного згущувачів:

- 1 - подача осаду на згущування; 2 - скид фільтрату і промивної води; 3 - видалення згущеного осаду; 4 - промивні форсунки; 5 - фільтрувальна стрічка

На рисунку 4.10 зображена типова схема зневоднення та підготовки осадів на стрічкових фільтр пресах. В дану схему входять наступні операції при роботі стрічкового фільтр-пресу: приготування та розчинення флокулянтів; прийом та перекачування осадів; зневоднення та видалення. Для флокулянта слід підібрати ємкість такого об'єму, щоб установці вистачило на добові потреби, для осаду на дві доби, не більше. Щодо стрічкових фільтр-пресів то рекомендовано мати одразу два робочі і один запасний, у разі виходу одного з ладу [19].

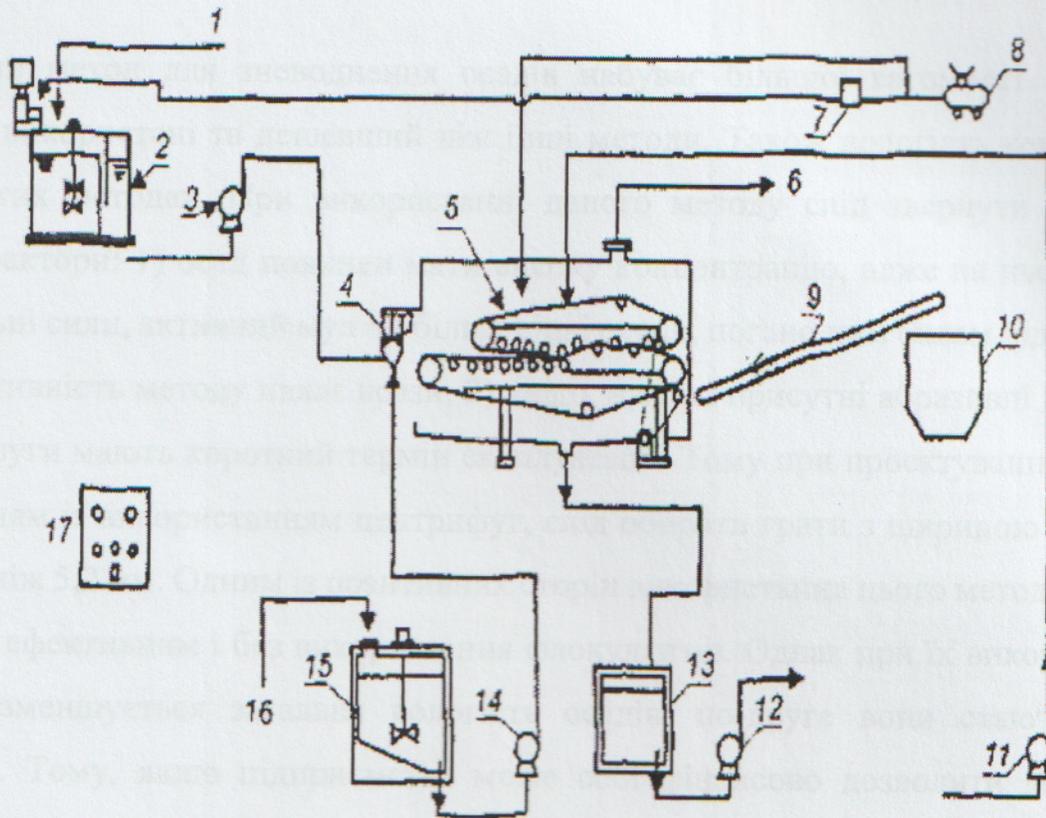


Рисунок 4.10 – Принципова схема підготовки й зневоднення осадів на стрічкових фільтр-пресах:

- 1 - подача води; 2 - резервуар для розчинення, перемішування і розбавлення флокулянта; 3 - насос-дозатор флокулянта; 4 - ежектор для змішування осаду з розведеним флокулянтом; 5 - стрічковий фільтр-прес; 6 - вентиляція повітря; 7 - повітряний фільтр; 8 - компресор подачі свіжого повітря; 9 - транспортер; 10 - бункер для зневодненого осаду; 11 - насос подачі промивної води; 12 - насос для перекачування фільтрату і промивної води; 13 - резервуар для фільтрату і промивної води; 14 - насос-дозатор осаду; 15 - резервуар для збезводнюваного осаду з мішалкою; 16 - подача вихідного осаду; 17 - контрольна панель з системами пуску і автоматики

Щодо переваг роботи стрічкових фільтр-пресів можна віднести: 1) здатність зневоднювати осади без зупину; 2) простота в обслуговуванні; 3) низька економічна собівартість; 4) не треба багато електроенергії; 5) немає шуму та вібрації.

Щодо недоліків то це: 1) велика залежність процесу від доз флокулянтів; 2) необхідні великі об'єми води для промивки фільтрувальних стрічок; 3) якщо йде обробка сирих осадів, то поширюється неприємний запах [19].

4.3.3 Центрифугування осадів

Даний метод для зневоднення осадів набуває більшої вагомості адже він простий у використанні та дешевший ніж інші методи. Також вологість кеку менше ніж в других методах. При використанні даного методу слід звернути увагу на наступні фактори: 1) осад повинен мати високу концентрацію, адже на нього діють центрувальні сили, активний мул чи більш рідкі осади, погано цим силам піддаються, тому ефективність методу падає вразі; 2) якщо, в осаді присутні абразивні домішки, то центрифуги мають короткий термін експлуатації. Тому при проектуванні методів зневодненням із використанням центрифуг, слід обирати грати з шириною прозорів не більше ніж 5,2 мм. Одним із позитивних сторін використання цього методу, що він може бути ефективним і без використання флокулянтів. Однак при їх використанні, по-перше зменшується загальна вологість осадів, по-друге вони стають більш чистішими. Тому, якщо підприємство може собі фінансово дозволити додавання флокулянтів, то ефективність методу тільки підвищується. На виході виходить осад з вологістю до 60% [30]. В таблиці 4.3 представлено порівняльні характеристики установок для механічного зневоднення осадів.

Таблиця 4.3

Порівняльні характеристики установок для механічного зневоднення осадів

Установка	Основні переваги	Основні недоліки
Шнекові фільтрпреси	1) невелика витрата промивної води (немає необхідності в постійній промивці); 2) мінімальний шумовий фон і вібрація (немає необхідності в могутніх фундаментах); 3) відсутність запаху і випаровувань в цеху	1) складність обслуговування (постійне чищення шнека і перфорованого циліндра); 2) відсутність візуального контролю за процесом (тільки інспекційні отвори); 3) підвищена сприйнятливості до зміни властивостей і

Камери фільтрпреси	<ol style="list-style-type: none"> 1) висока продуктивність; 2) висока якість фільтрату; 	<p>концентрації вихідного осаду</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) висока зношуваність корзини, необхідність заміни підшипників; 5) ремонт можливий тільки в заводських умовах; 6) низька якість фільтрату
Центрифуги	<ol style="list-style-type: none"> 1) компактність установок; 2) можливість роботи за безреагентними схемами та із застосуванням флокулянтів; 3) висока продуктивність; 4) відсутність запаху; 5) мінімальна витрата промивної води 	<ol style="list-style-type: none"> 1) необхідність видалення з осадів крупних включень і піску; 2) необхідність періодичного наплавлення або заміни шнеків; 3) високе енергоспоживання
Стрічкові Фільтрпреси	<ol style="list-style-type: none"> 1) відсутність деталей і вузлів, що швидко зношуються; 2) низька витрата електроенергії; 3) висока продуктивність одиниці устаткування; 4) низька концентрація завислих речовин у фільтраті (фільтрат не надаватиме негативної дії на процеси очищення стічних вод при поверненні його «в голову» споруд); 5) можливість візуального контролю за процесом механічного зневоднення; 6) широкий діапазон допустимих вхідних концентрацій 	<ol style="list-style-type: none"> 1) підвищені габарити і маса порівняно з центрифугами; 2) можливість появи запаху; 3) велика витрата води на безперервну промивку фільтрувальних стрічок

Камерні фільтрпреси	1) високий ступінь зневоднення; 2) чистий фільтрат	1) великі габарити і маса; 2) складні конструкції фундаментів і вузлів вивантаження осаду; 3) низька питома продуктивність (з одиниці поверхні); 4) підвищена витрата реагентів; 5) періодичність дії
------------------------	--	---

4.4 Висновки

Під час роботи над 4 розділом було проаналізовано схеми поводження в водопровідним осадом. Отримано результати, що осад в своєму складі має мікроорганізми, які можуть бути небезпечними в санітарному та інфекційному плані. Розглянуто методи знезараження осаду, такі як: термічні, біологічні, хімічні та біотермічні. Розглянуті схеми роботи цих методів та у таблиці 4.1 порівнянні між собою. Були розглянуті схеми безвідходних технологій, схеми роботи очисних споруд, в яких відсутнє скидання «хвостових» вод та осадів у води навколишнього середовища. На підставі проведених інститутом «УкркомунНДІпроект» в співдружності з рядом інститутів і організацій м. Харкова досліджень встановлена можливість і практична доцільність утилізації осадів. Були розглянуті приклади утилізації осадів на таких підприємствах, як «Южгіпромцентр», «Азовсталь» та загальних промислових підприємств. Було вивчено переваги та недоліки скидання стічних вод у поверхневі води та їх зберігання у спеціально відведених місцях – накопичувачах. У цьому розділі були розглянуті види накопичування осадів та їх зневоднення. Також були проаналізовані механічні методи зневоднювання осадів, розглянуті схеми роботи цих апаратів та дані методи були порівнянні між собою. Результати порівняння представлені в таблиці 4.3. Було виявлено, що більш економічно вигідним та простим в експлуатації є метод центрифугування, але для його кращої ефективності необхідно використовувати згущувачі. Інші методи потребують або великої території або їхня собівартість висока.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

Навантаження на навколишнє середовище антропогенними біологічними та хімічними агентами зростає. Це може призвести до певної екологічної кризи. За результатами аналізу Інституту Біологічних Наук такі забруднюючі речовини, як пестициди, ароматичні вуглеводи, бромні сполуки негативно впливають на біологічне різноманіття. В Україні найбільш небезпечні речовини, які скидаються разом із стічними водами є: азот, іони важких металів, фосфор, феноли, нафтопродукти, органічні речовини та ін. На жаль, сучасні технології, які працюють на українських очисних спорудах, впоратися з даним об'ємом забруднювачів не в змозі. В даному розділі будуть розглянуті рекомендації, щодо покращення загального стану осадів стічних вод на території України.

В Україні найбільш складний процес обробки осадів лежить в великих містах, адже там великі об'єми стічних вод. При очистці осадів, їх можна умовно поділити на первинні і вторинні. Первинні – це важкі, грубі жиrowі, вторинні – це активний мул вторинних відстійників. Основне завдання на очисні споруди покладено, що осаді після проходження всіх процесів, мали малий негативний вплив на навколишнє середовище. На українських очисних спорудах, зазвичай використовують такі методи, як: згущення, аеробна стабілізація (середня продуктивність станцій 64-100 тис. м³/добу), анаеробна стабілізація (продуктивність станцій 100 тис. м³/добу), зневоднення на мулових майданчиках або механічне зневоднення. На даний момент, в Україні найпоширеніший метод поводження з осадами стічних вод це використання мулових майданчиків. 95% очисних підприємств, їм користуються. Наприкладі Німеччини, там можна відкладати осаді на мулових майданчиках, якщо вміст органічних речовин в цьому осаді менше 5 %. В Україні в останнім часом набирає популярність спалювання осадів. Якщо осад має в своєму складі багато кремнезему

або глинозему, то його після цього можна використовувати у будівництві. Науковці із Інституту газу НАН стверджують, що при використанні спеціальних технологій, із осаду стічних вод можна отримувати газ. У процесі газифікації, ще можна отримувати додатковий продукт у вигляді гранул, що згодом можуть бути використанні у будівництві. Так як Україна активним ходом іде у Європейський Союз то відповідно повинна дотримуватися їх правил, а саме Директиву 2000/76/ЄС. Суть директиви полягає у забороні спалюванні осаду, якщо при цьому в атмосферне повітря можуть виділятися небезпечні для навколишнього середовища речовини.

Наприкладі результатів аналізу осаду стічних вод від Бартинської станції аерації ВАТ АК «Київводоканал» то дані осади не мають в своєму складі небезпечно еколого-мікробіологічних показників і активно використовуються у якості добрив в сільському господарстві. Однак в інших містах України було виявлено, що для використання даних осадів у якості добрив, їх необхідно піддавати більш ретельнішому методу знезараження. Такі методи розглядаються активно в країнах Європи. Так у Люксембурзі до 90% осадів використовується в сільському господарстві, в Франції до 23%, в Фінляндії до 100%, Швейцарія до 70%. Для того щоб впровадити ту чи іншу технологію переробки осаду, в першу чергу треба аналізувати його фізико-хімічний склад. Сучасної популярності у сфері переробці осаду, після аналізу його фізико-хімічних показників набирає технологія посиленого окислення АОР (Advanced Oxidation Process). Суть її полягає у виділенні стійких органічних забруднювачів та патогенних мікроорганізмів, які неможливо виділити звичайним шляхом. Для дії цієї технології використовують такі окиснювачі як озон, перекис водню, діоксид титану тощо. Позитивні сторони цієї технології полягають у зменшенні затрат на реагенти. Осад при цьому виходить із вологістю до 60%. Інший підхід, кардинально другий, є обробка мулу стічних вод на спеціальному апараті, і використовувати його як джерело без патогенного компосту. Але дана технологія працює для малих та середніх очисних споруд.

Якщо взяти всі очисні споруди України, то можна виділити три основні методи, якими вони користуються:

- зберігання на мулових площадках;
- термічна обробка, в результаті якої згодом можна отримати електро та теплову енергію;
- використання в якості добрив.

Щодо можливих рекомендацій щодо методів, використання осадів в Україні можна запропонувати наступні:

- перетворення стічних вод у матерію (рекуперація), тобто використовувати їх у сільському господарстві, або для відновлення деградованих земель;
- використовувати метод піролізу, квазіпіролізу та газифікації для рекуперації енергії.

Щодо рекомендацій для поводження з осадами стічних вод, можна розглянути наступні рішення:

- 1) зробити більш акцент на термічну обробку осадів, і після цього утилізувати їх у сільському господарстві, це допоможе зменшити навантаження на системи очистки стічних вод та в подальшому раціональне використання земель;
- 2) розробити для кожної очисної станції свої вигідні спорудження, адже кожна станція має свої умови, і найперспективніші проекти вести в реалізацію.

Рекомендації щодо актуальних завдань щодо поводження з осадами полягають наступні:

- для управління екологічними ризиками та оперативного реагування на забруднення навколишнього середовища осадами стічних вод, рекомендується проаналізувати фізико-хімічний склад кожної очисної споруди та проведення моніторингу якісного складу стічних вод;
- проводити наукові дослідження з удосконалення технологій переробки та утилізації осадів господарсько-побутових стічних вод різного складу в системах сільського господарства за умов мінімізації сумарних витрат матеріальних та енергетичних ресурсів.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі були проаналізовані умови утворення осаду стічних вод, були розглянуті існуючі методи обробки осаду стічних вод, були вивчені склад та властивості осаду та проаналізовані існуючі схеми поводження з осадом стічних вод.

При розгляданні існуючих методів обробки осаду стічних вод, були розглянуті наступні показники, такі як: особливості утворення осаду, управління осадами (методи кондиціонування, реагентної обробки, заморожування-відтавання), технології механічного зневоднення. Були проведені порівняння між цими методами та їх попиту на використання в європейських країнах. Був зроблений висновок, що до обрання одного із цих методів, необхідно проаналізувати фізико-хімічний склад осаду. Також були розглянуті методи утилізації відходів, та прийшли до висновку, що першочергово треба звернути увагу на економічні та промислові потужності та можливості підприємства, і також необхідність у тому чи іншому секторі використання осадів (сільське господарство, будівництво та ін). Прийшли до загального висновку, що утилізація осадів на кожному підприємстві повинна розглядатися індивідуально. Серед наявних сучасних методів очищення стічних вод найбільш ефективним можна вважати фізико-хімічний метод зі застосуванням коагулянтів та флокулянтів. Цей метод у комбінації з механічною очисткою утворених агрегатів (пластівців, флокул) дозволяє забезпечити високий ступінь очищення від нерозчинених домішок, зважених речовин, що містяться у високих концентраціях і характерні для підприємств даної галузі. Пропонується розробляти нові коагуляційному-адсорбційні способи очищення природних і стічних вод складного складу, що включає стадії регулювання рН, окислення перманганатом калію, обробки за допомогою композиційного реагенту, відділення осаду, сорбції та фільтрації, застосування якого дозволяє видаляти хімічні речовини з ефективністю 99,6–100%. Також у даній дипломній роботі було проаналізовано типовий хімічний склад осадів, який притаманний більшості українським очисним підприємствам. Суша речовина сирих осадів має такий склад (% маси сухої речовини осаду): 35,4–87,8 С;

4,5–8,7 Н; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N; 7,6–35,4 O; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 С; 5,0–8,2 Н; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N; 12,5–43,2 O. Були розглянуті показники, які слід враховувати при переробці та утилізації осадів. Було розглянуто значення вологості та вміст сухої речовини у осаді, та важливість цих факторів, при роботі із осадом. Більш детально було вивчено елементний хімічний склад осаду і його мінеральної частини. Визначено, що осади стічних вод у своєму складі можуть містити окиси кальцію, калію, цинку, хрому, сполуки кремнію та алюмінію. Більша частина осаду це органічна речовина, що складається з гумусоподібних частинок, які мають слабо-кислу та нейтральну реакцію. Проаналізовано хімічний склад мулових полів з осадом, в яких відклади осадів стічних вод, як виявилось багаті на вміст азоту та фосфору. При хімічному аналізі було зафіксовано, що осади мають високий вміст водорозчинних елементів N і K. У осадах стічних вод було зафіксовано помітна кількість водорозчинних солей. В основному це сульфати, нітрати, кальцій, амоній, майже всі солі мають антропогенне походження. Було отримано дані про середню концентрацію важких металів з українських мегаполісів, і виявлено, що концентрація деяких металів перевищує норми ГДК. Вивчена властивість водавідаючої властивості осадів і питомий опір фільтрації. Було представлено характеристика питомого опору фільтрації з точки збору осадів на деяких водопровідних станціях України. Також під час цієї роботи були розглянуті такі процеси як термоліз та старіння та їх значення на загальну картину осадів, утилізацію та вплив на фізико-хімічні властивості осадів.

Під час роботи було проаналізовано схеми поводження в водопровідним осадом. Отримано результати, що осад в своєму складі має мікроорганізми, які можуть бути небезпечними в санітарному та інфекційному плані. Розглянуто методи знезараження осаду, такі як: термічні, біологічні, хімічні та біотермічні. Розглянуті схеми роботи цих методів та порівнянні між собою. Були розглянуті схеми безвідходних технологій, схеми роботи очисних споруд, в яких відсутнє скидання «хвостових» вод та осадів у води навколишнього середовища. На підставі проведених інститутом «УкркомунНДІпроект» в співдружності з рядом інститутів і організацій м. Харкова досліджень встановлена можливість і практична доцільність утилізації осадів. Були розглянуті приклади утилізації осадів на таких підприємствах, як

«Южгіпромцентр», «Азовсталь» та загальних промислових підприємств. Було вивчено переваги та недоліки скидання стічних вод у поверхневі води та їх зберігання у спеціально відведених місцях – накопичувачах. У цій роботі були розглянуті види накопичування осадів та їх зневоднення. Також були проаналізовані механічні методи зневоднювання осадів, розглянуті схеми роботи цих апаратів та дані методи були порівнянні між собою. Було виявлено, що більш економічно вигідним та простим в експлуатації є метод центрифугування, але для його кращої ефективності необхідно використовувати згущувачі. Інші методи потребують або великої території або їхня собівартість висока. Також були надані рекомендації щодо поводження з осадами стічних вод. Щодо рекомендацій для поводження з осадами стічних вод, можна розглянути наступні рішення: зробити більш акцент на термічну обробку осадів, і після цього утилізувати їх у сільському господарстві, це допоможе зменшити навантаження на системи очистки стічних вод та в подальшому раціональне використання земель; розробити для кожної очисної станції свої вигідні спорудження, адже кожна станція має свої умови, і найперспективніші проекти вести в реалізацію. Рекомендації щодо актуальних завдань щодо поводження з осадами полягають наступні: для управління екологічними ризиками та оперативного реагування на забруднення навколишнього середовища осадами стічних вод, рекомендується проаналізувати фізико-хімічний склад кожної очисної споруди та проведення моніторингу якісного складу стічних вод; проводити наукові дослідження з удосконалення технологій переробки та утилізації осадів господарсько-побутових стічних вод різного складу в системах сільського господарства за умов мінімізації сумарних витрат матеріальних та енергетичних ресурсів.

11. Barakat, S. & Pierscionak, M., 2011. Management of biogas residue in the methane fermentation process in wastewater treatment plants. *Ochrona środowiska zasobów naturalnych*, 2011, Issue 47, p. 29.

12. Pardo, J. Sustainability of Wastewater Treatment and Sludge Disposal Practices in the Protected Shores of Micronesia. *Sustainability*, 2013, Volume 5, pp. 4183-4194.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 96 с;
2. Епоян С. М. Водовідведення і очищення стічних вод міста: навч. посібник / С. М. Епоян, Г. М. Смірнова, І. В. Корінько, С. П. Пашкова. – Харків : Видавнича група «РА Каравела», 2003. – 144 с;
3. Запольський А.К., Мішкова–Клименко Н.А. та ін. Фізико–хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000;
4. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод : навч. посібник / В. А. Ковальчук. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с;
5. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація / В. С. Кравченко. –Київ : Кондор, 2003. – 288 с;
6. Metcalf, Eddy, editors. Wastewater engineering—treatment, disposal and reuse. 3rd ed. New York, USA: McGraw Hill. 1991;
7. Davis RD. The impact of EU and UK environmental pressures on the future of sludge treatment and disposal. J CIWEM 1996; 10:65–9;
8. Commission of European Communities. Council Directive 91/271/EEC of 21 March 1991 concerning urban waste-water treatment (amended by the 98/15/EC of 27 February 1998);
9. McGhee TJ. Water supply and sewerage. New York: McGraw-Hill, 1991;
10. Chobanoglous G. Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1987;
11. Bartkiewicz, B. & Pierścieniak, M., 2011. Management of biogas produce in the methane fermentation process in wastewater treatment plants. Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, 2011. Issue 47, p. 39;
12. Rouse, J., Sustainability of Wastewater Treatment and Excess Sludge Handling Practices in the Federated States of Micronesia. Sustainability, 2013. Volume 5, pp. 4183-4194;

13. Kapshe, M., Kuriakose, P., Srivastava, G. & Surjan, A., Analysing the co-benefits: case of municipal sewage management at Surat, India. *Journal of Cleaner Production*. 2013. Volume 58, pp. 51-60;
14. Council Directive on the municipal sewage treatment, 1991. dated on 21 May;
15. Council Directive 91/271/EEG, 2008. dated on 19 November 2008 on waste and repealing certain directives;
16. Water Environment Federation (WEF). *Industrial Wastewater Management, Treatment, and Disposal, WEF Manual of Practice*. 2008 .No. FD-3, 3rd ed.; WEF Press: Alexandria, VA;
17. Епоян С. М. Водовідведення і очищення стічних вод міста. Навчальний посібник. 2003. / – Харків : Видавнича група «РА Каравела», – 144 с;
18. Дрозд Г. Я. Техногенно-екологічні записи про проблеми утилізації міських та промислових стічних вод / Донецьк: ІЕП НАН України. 2001 – 340 с;
19. Аграноник Р. Я. Технологія обробки осадків стічних вод із застосуванням центрифуг та фільтр-пресів. БудВидання. 1985. – 145 с ;
20. Яковлев С. В., Водовідведення та очищення стічних вод : Посібник для ДВНЗ. 2004. – 704 с;
21. Бондар О.І., Лозовицький П.С., Машков О.А., Лозовицький А.П. Екологічний стан накопичення осадів стічних вод. *Екологічні науки* №7 . 2019. с.38-53;
22. Шевченко Т.О., Шевченко А.О., Златковський О.А., Зневоднення анаеробно стабілізованого осаду комунальних очисних споруд на камерно-мембранному фільтр-пресі: параметри і ефективність роботи Вчені записки ТНУ ім.Вернадського. Серія Технічні науки. 2019. Т. 30 (69) Ч.2. №5 – с. 172-176.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування



Графічні матеріали до магістерської роботи
на тему «РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ПОХОДЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ
ОЧИСНИХ СПОРУД»

Розробив: Куцай І.О
Студент групи 601-мТЗ
Керівник: Степова О.В

Полтава - 2022

ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДКАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

Мета роботи - вивчення механізмів поводження з осадами стічних вод комунальних очисних споруд

Задачі дослідження:

- виявити недоліки існуючої схеми утворення осадів на комунальних очисних спорудах.
- вивчити склад осадів стічних вод та виявити фактори, що впливають на їх властивості.
- вивчити методи кондиціювання осаду стічних вод.
- дати рекомендації щодо технології обробки осаду та напрямків його подальшої утилізації.

Об'єкт дослідження - вплив осадів стічних вод на навколишнє середовище.

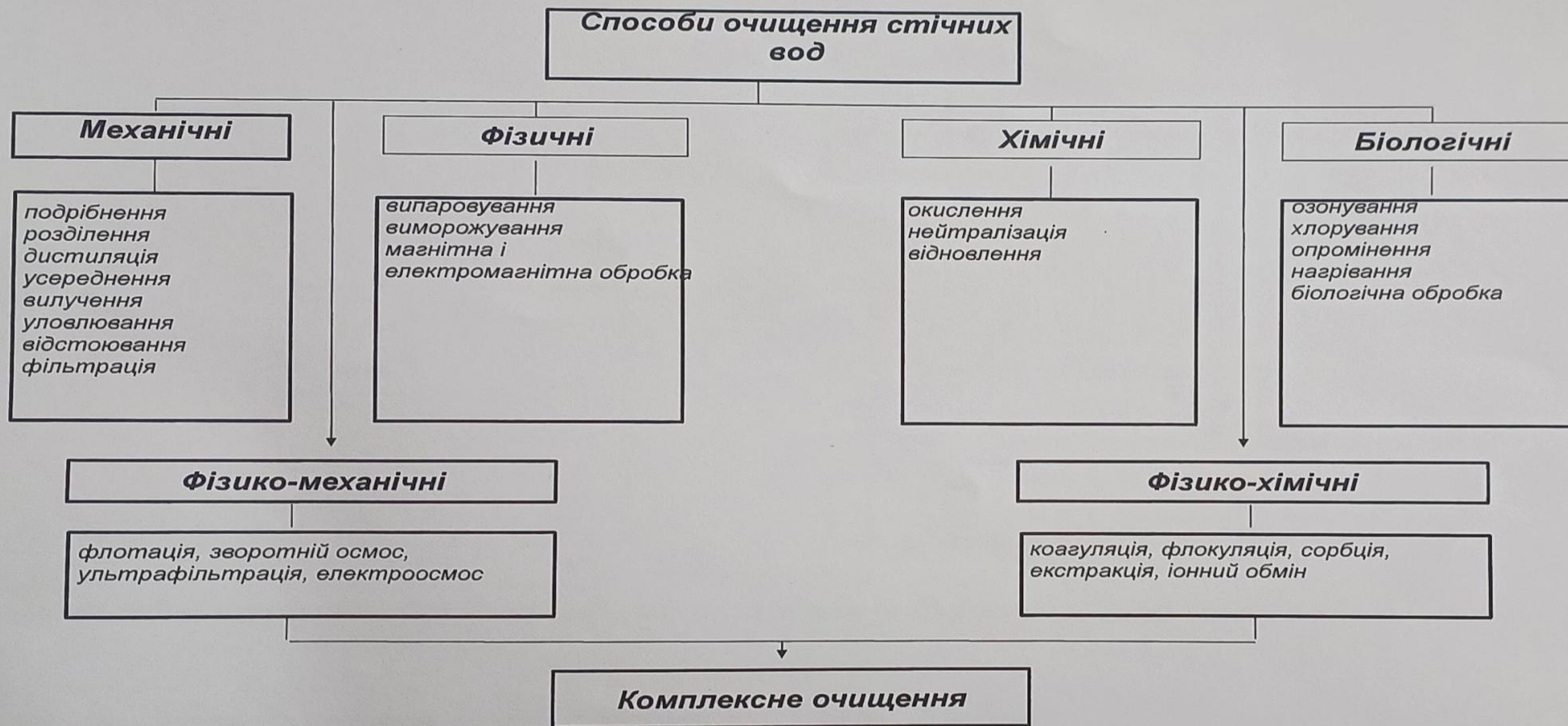
Предмет дослідження - процес обробки та утилізації осадів стічних вод

Наукова новизна -

Практичне значення -

						601-мТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Коліч	Лист	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадія	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>	10.12		КР	2	15
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		
Зав. каф.	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12				

КЛАСИФІКАЦІЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД



						601-МТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Коліч	Лист.	№ док	Підп.	дата	Постановка завдання	Стадія	Лист	Листів
Виконала		Куцай І.О.		<i>[Signature]</i>			кр	5	15
Керівник		Степова О.		<i>[Signature]</i>					
Зав. каф.		Степова Ф.		<i>[Signature]</i>	10.12	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІІГ, кафедра ПЕтаП		

Важ. шиф. №
Листів у докум.
№ документа

МЕХАНІЧНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДУ

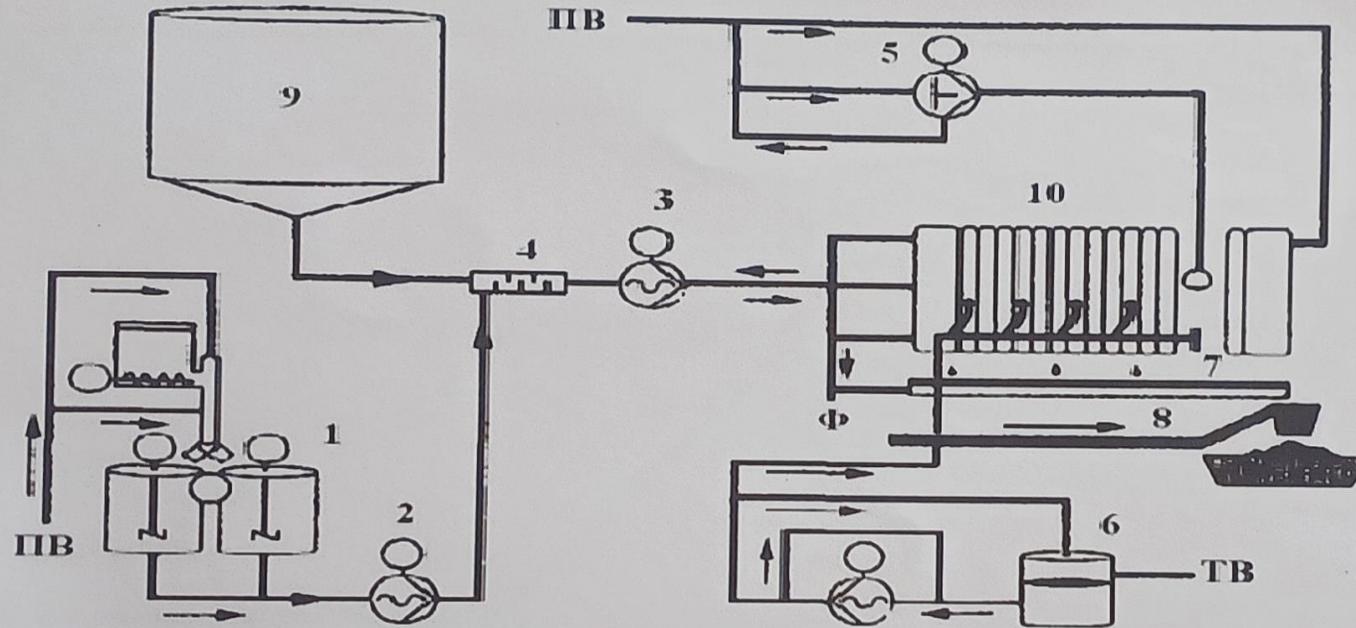


Рисунок 1 – Технологічна схема механічного зневоднення осадів на мембранно-камерному фільтр-пресі:

- 1 – система приготування флокулянту; 2 – система дозування флокулянту;
- 3 – система подачі осаду; 4 – система змішення осаду з флокулянтом;
- 5 – система промивання фільтрувального полотна; 6 – система дожиму мембран;
- 7 – система відведення крапельних витоків та води від промивання тканини;
- 8 – система відведення зневодненого осаду; 9 – резервуар вихідного осаду;
- 10 – мембранно-камерний фільтр-прес; ПВ – вода питної якості; ТВ – технічна вода;
- Ф – фільтрат

						601-МТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Колич	Лист	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадия	Лист	Листів
Виконала		Куцай	І.О.	<i>[Signature]</i>			КР	6	15
Керівник		Степова	О.	<i>[Signature]</i>					
Зав. каф.		Степова	О.	<i>[Signature]</i>	10.12	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		

СХЕМА РОБОТИ ФІЛЬТР-ПРЕСУ

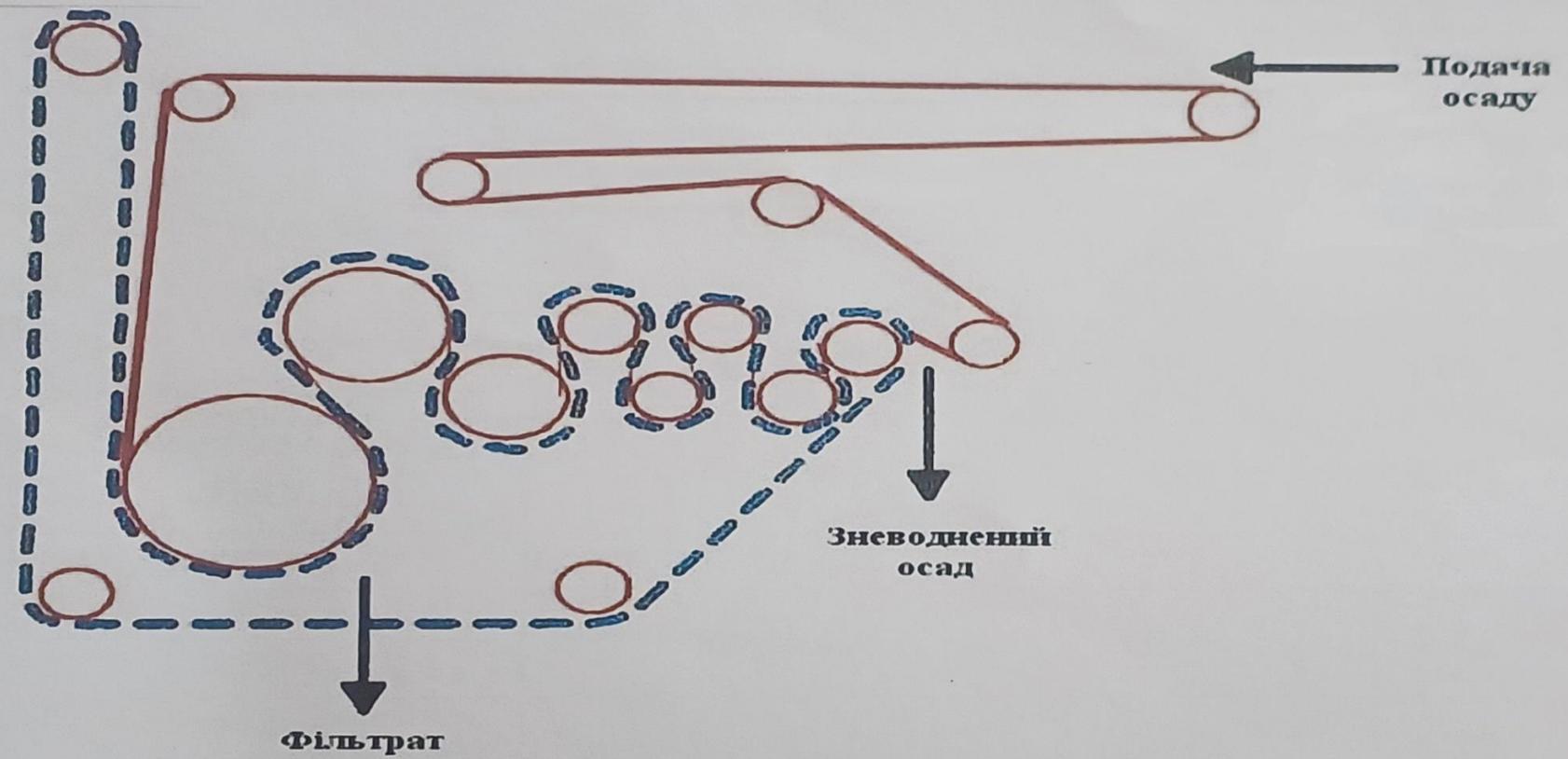


Рисунок 2 – Схема робота фільтр-пресу

						601-мТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Колич	Лист	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадия	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>			КР	7	15
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>		Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПГ, ННІНГ, кафедра ПЕтаП		
Зав. каф.	Степова О.			<i>[Signature]</i>					

ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕАГЕНТІВ

ТАБЛИЦЯ 1 - РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ЗІ ЗНЕВОДНЕННЯ СУМІШІ ОСАДІВ НА КАМЕРНО-МЕМБРАННОМУ ФІЛЬТР-ПРЕСІ

Параметр	Од. вимірювання	Режим роботи фільтр-пресу	
		Камерний	Камерно-мембранний
Вологість вихідного осаду	%	96-97	96-97
Продуктивність фільтрування	л/м ² за год	140	140
Доза коагулянту (FeCl ₃)	кг/т. с.р	133	133
Доза вапна (CaO)	кг/т. с.р	311	311
Доза флокулянту (SNF 4800)	кг/т. с.р	0,7	0,7
Вологість зневодненого осаду	%	74-75	71-73

Взаєм. інф. №
Попл. у дата
№№ 1-10/10/11

601-МТЗ 9599251					
ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД					
Изм.	Колич	Лист	№ док	Підп	дата
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>	10.12.
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12.
				Постановка завдання	
				кР	8
				Лист	15
Зав. каф. Степова О. <i>[Signature]</i> 10.12.					Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення
					НУП, ННІІГ, кафедра ПЕтаП

ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ОСАДУ

ТАБЛИЦЯ 2 – ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ОСАДУ

Значення	Об'ємна маса г/дм ³	Гранулометричний склад						Зольність, %	Втрати при обробці, %	Гумус, %	Карбонати, %	рН водне
		0,5- 0,25	0,25- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	<0,005					
Мінімальне	1,98	1,0	1,0	1,0	28,0	3,0	14,0	49,0	4,0	0	0	6,4
Максимальне	2,61	27,0	25,0	24,0	59,0	19,0	28,0	55,9	50,3	37,5	5,0	7,8
Середнє	2,305	10,0	9,83	4,83	39,67	9,50	23,42	52,4	26,38	16,29	2,35	7,2

601-МТЗ 9599251					
ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД					
Изм.	Коліч	Лист	№ док	Підп.	дата
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>	10.12
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12
				Постановка завдання	
				КР	9
				Лист	15
				Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	
				НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП	

Взам. инв. №
Листів у даній
кв. №

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ОСАДІВ

ТАБЛИЦЯ 3 – ХІМІЧНИЙ СКЛАД СУХОЇ РЕЧОВИНИ СИРИХ ОСАДІВ

Назва елемента	C	O	H	N	S
Вміст сухої речовини, %	35,4-87,8	7,6-35,4	4,5-8,7	1,8-8	0,2-2,7

ТАБЛИЦЯ 4 – СЕРЕДНЯ КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОСАДАХ СТИЧНИХ ВОД З УКРАЇНСЬКИХ МЕГАПОЛІСІВ

Назва елемента	Cd	Co ²⁺	Ni ²⁺	Sr	Pb ²⁺	Cr ³⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe	As	Br
Вміст сухої речовини, %	27,5	70,88	517,75	215,5	172,13	1749,3	682,63	2321,1	94800	3,7	20,79

Взам. шк. №
Лист. і дата
Місц. №

						601-МТЗ 9599251					
						ПОВЕДЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД					
Изм.	Колич	Лист.	№ док	Подп.	дата	Постановка завдання			Стадия	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>					кр	10	15
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>		Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення			НУПІ, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		
Зав. каф.	Степова О.			<i>[Signature]</i>							

ВМІСТ ОСНОВНИХ ЛЕГКОРОЗЧИННИХ СОЛЕЙ В ОСАДАХ СТИЧНИХ ВОД

ТАБЛИЦЯ 5 – ВМІСТ ОСНОВНИХ ЛЕГКОРОЗЧИННИХ СОЛЕЙ В ОСАДАХ СТИЧНИХ ВОД

Значення показника	Одиниця вимірювання	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ³⁻	Сума солей
Мінімальне	мг/кг	960	207	16,1	89,7	42,7	2899	10,6	0	4495,0
	%	0,10	0,02	0,002	0,01	0,004	0,30	0,001	0	0,47
Максимальне	мг/кг	3004	538	172	179	488	7795	1413	5625	15078,4
	%	0,30	0,05	0,02	0,02	0,05	0,78	0,14	0,56	1,52
Середнє	мг/кг	2329,3	235,8	96,8	139,8	128,2	5318,7	279,8	1282,8	10100,4
	%	0,243	0,022	0,011	0,015	0,013	0,532	0,028	0,128	1,002

						601-МТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Коліч	Лист	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадия	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>	10.12		кр	11	15
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12				
Зав. каф.	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		

Взам. №, №
Листів у даній
книжці

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД

ЩОДО РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД, МОЖНА РОЗГЛЯНУТИ НАСТУПНІ РІШЕННЯ:

- 1) зробити більш акцент на термічну обробку осадів, і після цього утилізувати їх у сільському господарстві, це допоможе зменшити навантаження на системи очистки стічних вод та в подальшому раціональне використання земель;
- 2) розробити для кожної очисної станції свої вигідні спорудження, адже кожна станція має свої умови, і найперспективніші проекти вести в реалізацію.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО АКТУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ ПОЛЯГАЮТЬ НАСТУПНІ:

- 1) для управління екологічними ризиками та оперативного реагування на забруднення навколишнього середовища осадами стічних вод, рекомендується проаналізувати фізико-хімічний склад кожної очисної споруди та проведення моніторингу якісного складу стічних вод;
- 2) проводити наукові дослідження з удосконалення технологій переробки та утилізації осадів господарсько-побутових стічних вод різного складу в системах сільського господарства за умов мінімізації сумарних витрат, матеріальних та енергетичних ресурсів.

							601-МТЗ 9599251		
							ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД		
Изм.	Колич	Лист	№ док	Підп.	дата	Постановка завдання	Стадія	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.						КР	12	15
Керівник	Степова О.								
Зав. каф.	Степова О.					Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОЦЕСУ АЕРОБНОГО КОМПОСТУВАННЯ ОСАДУ

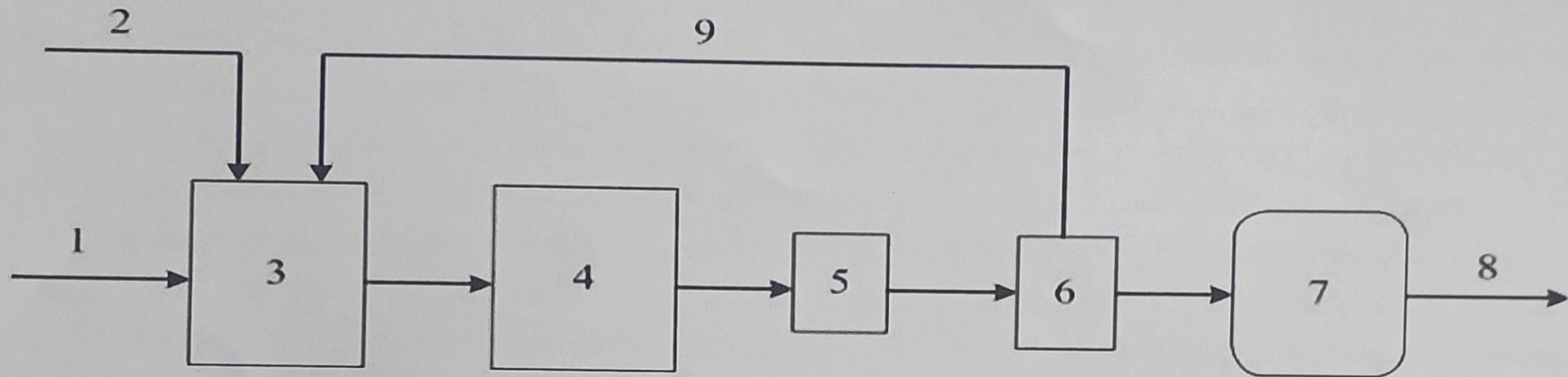


Рисунок 3 – Технологічна схема процесу аеробного компостування осаду:

- 1 – подача осаду; 2 – внесення добавок; 3 – перемішування;
- 4 – компостування (з продуванням повітрям); 5 – стабілізація (без продування повітря); 6 – просіювання; 7 – консервація (зберігання);
- 8 – готовий компост; 9 – добавка компосту

						601-МТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Колич	Лист	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадия	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.			<i>[Signature]</i>	10.12		КР	13	15
Керівник	Степова О.			<i>[Signature]</i>		Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПП, ННІНІГ, кафедра ПЕтаП		
Зав. каф.	Степова О.			<i>[Signature]</i>	10.12				

РЕКОМЕНДАЦІЇ, ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД

Серед наявних сучасних методів очищення стічних вод найбільш ефективним можна вважати фізико-хімічний метод зі застосуванням коагулянтів та флокулянтів. Цей метод у комбінації з механічною очисткою утворених агрегатів (пластівців, флокул) дозволяє забезпечити високий ступінь очищення від нерозчинених домішок, зважених речовин, що містяться у високих концентраціях і характерні для підприємств даної галузі. Пропонується розробляти нові коагуляційно-адсорбційні способи очищення природних і стічних вод складного складу, що включає стадії регулювання рН, окислення перманганатом калію, обробки за допомогою композиційного реагенту, відділення осаду, сорбції та фільтрації, застосування якого дозволяє видаляти хімічні речовини з ефективністю 99,6–100%.

Базис. Числ. №
Титул. У даній
Листів

						601-МТЗ 9599251			
						ПОВОДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Колич	Лист.	№ док	Подп	дата	Постановка завдання	Стадия	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.				10.12		КР	14	15
Керівник	Степова Ф.				10.12	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПГ, ННІП, кафедра ПЕтаП		
Зав. каф.	Степова Ф.				10.12				

ВИСНОВКИ

1) Було розглянуті недоліки існуючих схем утворення осадів на очисних спорудах, а саме: накопичення великої кількості осадів, та відведення території для них; деякі технології очисних споруд потребують багато електроенергії, важкі в експлуатації або мають високу собівартість.

2) Був визначений склад осадів очисних стічних вод і зафіксовано наступні показники: суха речовина сирих осадів має такий склад (% маси сухої речовини осаду): С - 35,4–87,8; О - 7,6–35,4; Н - 4,5–8,7; N -1,8–8,0; 0,2–2,7 S; Визначено, що осади стічних вод у своєму складі можуть містити окиси кальцію, калію, цинку, хрому, сполуки кремнію та алюмінію. При хімічному аналізі було зафіксовано, що осади мають високий вміст водорозчинних елементів N і К. У осадах стічних вод було зафіксовано помітна кількість водорозчинних солей. В основному це сульфати, нітрати, кальцій, амоній, майже всі солі мають антропогенне походження. Було отримано дані про середню концентрацію важких металів з українських мегаполісів, і виявлено, що концентрація деяких металів перевищує норми ГДК.

3) Були розглянуті методи кондиціювання осадів, які використовуються на українських очисних спорудах, та зафіксовано, що для кожного осаду потрібно шукати індивідуальний коагулянт та флокулянт, та відповідно їх об'єми для використання.

4) Були розглянуті методи щодо покращення технологій обробки осаду із потенційними економічними та технічними можливостями українських підприємств, спираючись на міжнародний досвід та розглянуті напрямки утилізації. Відповідно до фізико-хімічного складу осадів українських очисних споруд, рекомендується покращити процеси накопичення осадів на мулових майданчиках, підібрати відповідний за хімічним складом коагулянт та в подальшому використовувати отримані матеріали у якості добрив в сільському господарстві.

						601-МТЗ 9599251			
						ПОВЕДЖЕННЯ З ОСАДАМИ СТІЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД			
Изм.	Коліч	Лист	№ док	Підп	дата	Постановка завдання	Стадія	Лист	Листів
Виконала	Куцай І.О.				10.12		КР	15	15
Керівник	Степова Ф.								
Зав. каф.	Степова Ф.				12.19	Мета роботи, задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження, наукова новизна роботи, практичне значення	НУПГ, ННІНГ, кафедра ПЕтаП		