

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища та
здорового способу життя

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою

к.б.н., доцент

_____ Ольга МЕДВЕДЄВА

« ____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Екологічна безпека при переробці осаду відстійників на
очисних спорудах м. Кропивницький

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи ЕО-19

ОПП «Екологія»

спеціальності 101 «Екологія»

_____ Шрамко Сергій Олександрович

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник роботи

к.т.н., доцент

_____ Тетяна ТУНІК

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент

_____ Микола КОВАЛЬОВ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з 4 розділів, викладена на 53 сторінках, містить рисунків – 3, таблиць – 5, схем – 4, додатків – 4.

При очищенні стічних вод на міських очисних спорудах утворюється осад. Його кількість постійно збільшується так як зростає споживання водних ресурсів міським населенням. Існуючою технологією не передбачено переробку осаду, а отже відбувається його накопичення на мулових майданчиках та полігонах, під які відведені землі сільськогосподарського призначення. Це має негативний вплив на екологію регіону, тобто на ґрунти, атмосферне повітря, ґрунтові води тощо. Єдиний шлях до екологічно безпечного середовища – це технологічна переробка осаду стічних вод.

Практичний досвід поводження з відходами у великих містах та аналіз літературних джерел свідчить про те, що існує велика кількість методів і способів переробки осадів стічних вод, вибір конкретного варіанту залежить від багатьох факторів: фізичного стану осаду, хімічного складу, вологості після зневоднення та ін. Перспективними є термічні методи, які в своїй більшості розглядають осад як цінний сировинний компонент. Значною перевагою цих методів є те, що при їх застосуванні відбувається ще і знезараження осаду.

В роботі були виконані лабораторні дослідження щодо впливу температури на переробку осадів. В результаті було встановлено, що в межах температур 400-500°C осад змінює свій фізичний стан і властивості. Ця температура є початковою процесу прокалювання, внаслідок чого з осаду видаляється не тільки волога, а й органічна складова. Стан осаду нагадує порошкоподібний сипучий матеріал, за зовнішнім виглядом схожий на попіл, зручний у транспортуванні і пакуванні. Таким чином ці дослідження підтвердили доцільність термічної обробки осаду міських очисних споруд і в подальшому можливість його використання як компонента будівельних матеріалів та технологій. До того ж цей процес відповідає вимогам екологічної безпеки.

Ключові слова: ВІДСТІЙНИК, АЕРОТЕНК, ДЕФОСФАТОР, КОАГУЛЯНТ, ОСАД, ЦЕНТРИФУГА, ПРОКАЛЮВАННЯ, ГРАВІМЕТРІЯ, КОМПОНЕНТ, БУДМАТЕРІАЛ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	6
1.1. Існуючі способи переробки осадів стічних вод.....	6
1.2. Знезараження осадів.....	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	16
2.1. Загальна характеристика очисних споруд м.Кропивницький.....	16
2.2. Технологія очищення стічних вод.....	19
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНА НА ЧАСТИНА.....	25
3.1. Обґрунтування екологічно безпечного процесу переробки осаду.....	25
3.2. Вибір напрямку переробки осаду стічних вод.....	26
3.3. Проведення досліджень. Методика дослідження.....	27
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	31
4.1. Вимоги охорони праці та техніки безпеки при обслуговуванні споруд і обладнання КОС.....	31
4.2. Вимоги до персоналу на виробництві.....	35
4.3. Інструкція з охорони праці для лаборанта лабораторії водовідведення Кропивницького ВКГ СЛКВВ ОКВП “Дніпро-Кіровоград”	37
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТКИ	
Додаток А. Піскоуловлювачі на очисних спорудах м.Кропивницький.....	48
Додаток Б. Відстійники на очисних спорудах м.Кропивницький.....	49
Додаток В. Дефосфатор на очисних спорудах м. Кропивницький.....	52
Додаток Г. Центрифуга	53

ВСТУП

Актуальність. Осад, що утворюється при очищенні стічних вод є побічним продуктом технології і продукується у великій кількості. Збільшення чисельності населення призводить до зростання споживання водних ресурсів, а отже збільшення об'ємів стічних вод і кількості утворюваних осадів, тож їх переробка стає необхідним технологічним процесом на кожних очисних спорудах.

На сьогодні не існує технології очищення, яка б дозволяла повністю переробляти осад, що утворюється. До того ж, накопичення осадів на мулових майданчиках та біополях потребує все більших територій, а це збільшує негативний вплив їх на довкілля. Таким чином переробка осадів стає такою ж важливою, як і сама технологія очищення. До того ж, осад може містити шкідливі для людини та навколишнього середовища хімічні речовини, патогенні мікроорганізми. Але водночас осад містить цінні елементи та речовини, які можна переробляти на корисні продукти, наприклад, добрива для сільського господарства, компоненти для будівельних матеріалів тощо. Технологічний спосіб переробки осаду повинен відповідати таким вимогам: бути екологічно безпечним, мінімально енергозатратним. Цим вимогам відповідають на сьогодні термічні процеси обробки осаду стічних вод.

Мета. Дослідження впливу термічної обробки на властивості осаду від очищення стічних вод.

Для досягнення поставленої мети були виконані ряд **завдань**:

1. Огляд джерел літератури.
2. Обґрунтування напряму досліджень.
3. Дослідження впливу температури на фізичний стан та властивості осаду.
4. Встановлення оптимальних температур низького прокалювання (прожарювання) осаду.

Методи дослідження. Використовували гравіметричний метод, який є найбільш поширеним при практичному дослідженні маси речовини при різних перетвореннях. Метод має високу точність до 0,01%. Робочою одиницею цього методу є наважка, а гравіметричною формою – речовина, отримана після прокалювання, яка і є об'єктом зважування. При підготовці проб осаду був використаний метод усереднення маси.

Практична значимість роботи. Лабораторними дослідженнями підтверджено, що осад від очищених стічних вод можливо переробляти шляхом термічної обробки. Так як осад навіть з найменшою вологістю може містити патогенні мікроорганізми, то термічна обробка знезаражує його і в той же час низькотемпературне прокалювання забезпечує необхідну структуру осаду для його подальшого використання. Осад є цінним продуктом в технології очищення стічних вод, а термічна обробка дозволяє зробити його придатним в якості добавки до будівельних матеріалів, таких як асфальтобетон, тротуарна плитка, керамічна цегла, а також і як мінеральне добриво в сільському господарстві. Цей метод переробки осаду відповідає вимогам екологічної безпеки.

Результати проведених лабораторних досліджень можуть бути рекомендовані в якості потенційного технологічного процесу на міських очисних спорудах після впровадження механічного зневоднення центрифугою.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Існуючі способи переробки осадів стічних вод

Сучасні технології очищення комунальних стоків поєднують як правило механічне та біологічне очищення, в результаті цих процесів утворюється два продукта: очищена вода та осад. Для більшості великих міст переробка осаду є проблемою яку частково вирішують, але повністю зробити технологію очищення стоків безвідходною поки не вдається. Ступінь переробки осаду різний, коливається в межах від декількох відсотків до 70-80%. Збільшення чисельності населення, а отже і об'ємів стічних вод та осадів, що при цьому утворюються спонукає людство до більш активних дій щодо технологічної переробки осадів [1, 17].

Розглянемо які є шляхи вирішення цього питання в літературних джерелах. На більшості очисних споруд для накопичення осаду стічних вод використовуються мулові майданчики. Для їх розташування відводяться землі сільськогосподарського призначення. Але хімічний склад осаду містить різні речовини: білкову складову, вуглеводи, неорганічні речовини. Зольність сирих осадів коливається у межах 25–40 %, а зольність надлишкового мулу – 25–30 %. Серед органічної частини сирих осадів приблизно в два рази менше білків, але в 2,5–3 рази більше вуглеводів. Осади також мають значну бактеріальну забрудненість та можуть містити значну кількість яєць гельмінтів [22, 34].

В результаті роботи муніципальних очисних споруд, в містах накопичується значна кількість мулових осадів, яка стрімко збільшується кожного року. При накопиченні і зберіганні осадів відбувається вивітрювання як хімічних речовин, так і тонкодисперсних часточок, результатом цих процесів є забруднення довкілля, що негативно позначається на здоров'ї населення. «Суха речовина активного мулу містить 70-90% органічних і 10-30% неорганічних речовин» (22).

На рис. 1.1 представлений загальний вигляд відстійників і поряд розташованих мулових майданчиків.



Рис. 1.1 – Відстійники – споруди, де утворюється осад від очищення стічних вод

Відомий досвід застосування висушеного осаду стічних вод в якості ґрунтового компосту в агропромисловому комплексі. Таке використання осаду донедавна широко практикувалося. Зараз цей метод використання осаду застосовується в менших об'ємах. Причиною зменшення є значні концентрації важких металів, але в деяких країнах ЄС таке використання все ще перші місця серед інших способів утилізації. При цьому необхідно знати хімічний склад як самого осаду, так і мулистих відходів [11].

Пропонується для переробки осадів технологія безперервного піролізу. Це є практичне рішення для знезараження осадів стічних вод. Високотемпературне розкладання осадів, що лежить в основі сучасного піролізного процесу сприяє тому, що з них утворюються нетоксичні газоподібні, рідкі та тверді фракції [8].

При піролізі 1 тони мулових осадів стічних вод (фракція частинок 20х30 мм, вологість до 5%) утворюються такі продукти:

- піролізний газ – 0,427 т (калорійність 1500-6000 ккал/м³);
- котельне паливо – 0,15 т (калорійність 4000-8000 ккал/кг);

- пірокарбон – 0,423 т (калорійність 1500-6500 ккал/кг).

«У процесі утилізації осушених осадів стічних вод комплексом CРCom-2.5 можна отримувати: 10,25 Гкал/год теплоенергії (сумарний тепловий ефект від спалювання паливних продуктів); 2010 кВт електроенергії (за умови витрати 1005 м³ піролізного газу); 14,3 т пари на годину (за умови використання всіх паливних продуктів)» (3).

Накопичення осадів стічних вод негативно впливає на довкілля, зокрема, на ґрунтові води, атмосферу, водні об'єкти. При накопиченні в осадах відбуваються анаеробні процеси, результатом яких є утворення метану, а це впливає на клімат, так як метан є парниковим газом. Зменшити негативний вплив на довкілля можна за допомогою переробки свіжих та накопичених осадів. Свіжі осади мають більший біогазовий потенціал. Натомість висушені осади придатні до термічної переробки при різних температурах.

Напрями використання та утилізації осадів стічних вод приведені в [8]. Вназується, що лише незначна частина осадів використовується як добриво або спалюється. Основна їх маса зберігається та накопичується на мулових майданчиках. Пропонується для осадів тривалого зберігання на мулових майданчиках процес піролізу, але при умові попереднього висушування осадів до набуття вмісту вологи в них 5-10%.

Інститутом відновлюваної енергетики НАНУ пропонується ще одне прогресивне вирішення питання утилізації осадів. Було розроблено технологію, що передбачає такі процеси:

- виробництво паливних гранул із мулу;
- термохімічна переробка гранул методом часткової газифікації.

Технологія не є складною і включає такі стадії: мул автотранспортом подається у приймальний бункер, звідки дозовано надходить на стрічку конвеєра. На конвеєрі з мулу видаляються сторонні предмети (цегла, скло, деревина), а електромагніт видаляє метал.

Очищений мул надходить у якірну мішалку, в яку за необхідності додається тирса або подрібнена солома в такій кількості, щоб вміст вологи в

осаді становив 60-65%. Ретельно перемішана маса далі потрапляє у шнековий гранулятор, звідки виходить у вигляді гранул діаметром 10-15 мм.

В подальшому гранули транспортуються на сушку у багатоярусну тунельну сушарку до кінцевої вологості в гранулах – 25-30% [27, 41].

Так як осад від стічних вод являє собою водну суспензію, то для подальшої переробки потрібно проводити його зневоднення. Найчастіше це відбувається механічним способом. Одним із сучасних методів якого є обробка осадів на центрифугах (рис. 1.2).

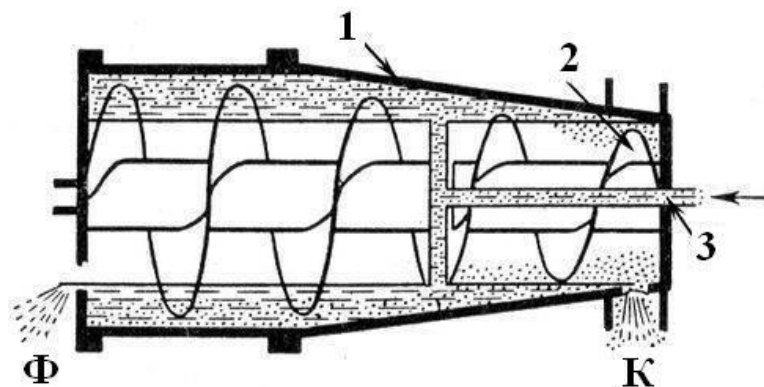


Рис. 1.2 – Схема процесу зневоднення осаду центрифугуванням:
1 – корпус центрифуги; 2 – лопасті шнека; 3 – впуск осаду

Обробка осаду за допомогою центрифуги знаходить все більше розповсюдження, оскільки цей метод є досить простим в експлуатації, економічним та легко керованим. За допомогою центрифуги можна зневоднювати всі види осаду: від первинних відстійників, надлишковий активний мул, суміші осадів [1, 20].

Але для більш швидкого і продуктивного зневоднення потрібно приміняти флокулянти, що є недоліком цього методу через їх високу вартість. Без флокулянтів центрифуга має низьку ефективність затримання сухої речовини осаду, тобто утворюється фугат з високими значеннями БПК, ХПК і вмістом завислих речовин, тому 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 [1, 8, 13].

Заміни центрифугам поки не створено тому це обладнання також вдосконалюється. «Найчастіше для зневоднення осадів стічних вод застосовують безперервно діючі серійні осаджувальні шнекові центрифуги. Основними елементами центрифуги є конічний ротор з суцільними стінками і порожнистий шнек. Ротор і шнек обертаються в один бік, але з різними швидкостями. Під дією відцентрової сили частинки осаду відкидаються до стінок ротора і внаслідок різниці частоти обертання ротора і шнека переміщуються до отвору в роторі, через які зневоднений осад вивантажується в бункер кека, а фугат (рідка фаза) відводиться через отвори, розташовані з протилежного боку ротора» (36).

Широке застосування набула горизонтальна шнекова центрифуга, яка є машиною безперервної дії. Осади, що підлягають зневодненню, поступають по трубі живлення всередину ротора, що обертається, під впливом відцентрової сили важчі, ніж вода. Тому частинки твердої фази (кек) осідають на внутрішній поверхні ротора, а освітлена вода (фугат) стікає через отвори в днищі ротора. Обертання шнека щодо ротора проводиться планетарним редуктором. Обертання сонячної шестерні редуктора за допомогою клиноременної передачі спричиняє зміна відносної частоти обертання шнека. Передбачені подача розчину флокулянта всередину ротора і промивка конічної частини ротора водними розчинами. Ефективність затримання твердої фази осаду залежить від характеристики і властивостей зневоднюваного осаду. При центрифугуванні активного мула спостерігається найбільша кількість завислих речовин у фугаті [12].

Підбір центрифуг ведеться за їх пропускнуою спроможністю та за кількістю вихідного осаду, а ефективність затримання сухих речовин і вологість кека залежить від характеристики оброблюваного осаду. Центрифугування має бути пов'язане з іншими процесами, що входять в

технологію обробки осадів стічних вод. За цією технологією осад первинних відстійників, активний мул або їх суміш подають в резервуар, звідки далі на центрифугу [8].

У більшості міст на очисних спорудах передбачається подрібнення крупних домішок, що містяться в осаді первинних відстійників. Для його центрифугування перед центрифугами встановлюють дробарки.

Зневоднений осад безперервно вивантажують з центрифуги на стрічковий транспортер і потім піддають обробці термічними або іншими методами знезараження, після чого транспортером подають на складування. «Безреагентний метод центрифугування осадів стічних вод здійснюють з обов'язковою подальшою обробкою фугату, але впровадження сучасних технологій зокрема і сучасних центрифуг спрощує цей процес» (37).

«Так як осад стічних вод за фізичним станом є суспензія, то це потрібно враховувати і в процесах зневоднення і в подальшій переробці. Водовіддавальні властивості при зневодненні осадів залежать від розміру частинок їх твердої фази. Із збільшенням розмірів цей показник покращується, тобто механічне зневоднення проходить більш ефективно. У свіжому осаді первинних відстійників містяться частинки розміром від 7 мм до 10 мм в кількості 5-20% до маси сухої речовини, частинки розміром від 1 мм до 7 мм в кількості 9-33% до маси сухої речовини, частинки розміром 1 мм в кількості 50-80%. Осад вторинних відстійників (активний мул) має дрібнодисперсну структуру» (13).

Дисперсний стан осадів впливає на послідовуючу переробку осаду, особливо коли це стосується термічних методів обробки осадів. Так, в роботі Міронової Н.Г. вказується на залежність використання осаду в якості мінерального добрива і його зневоднення від дисперсного стану [20].

Велика кількість літературних джерел надають інформацію щодо переробки осадів в промислово розвинених країнах. Так, в Японії значну масу осадів переробляють на будівельні матеріали, а європейська країна Нідерланди більше половини утворюваних осадів піддає термічній обробці, в США близько 50% осадів використовується в якості сільськогосподарського добрива.

В нашій країні переробка осадів регламентована чинним законодавством, зокрема «Наказом 12.12.2018 №341 «Про затвердження Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України. Згідно цього наказу повторне використання осадів стічних вод можливе в сільському господарстві, інших галузях промисловості і повинне здійснюватись так, щоб запобігти шкідливому впливу на здоров'я людей та навколишнє природне середовище. Тому в багатьох випадках при переробці осадів використовують знезараження осадів та низькотемпературну термічну обробку» (22).

1.2. Знезараження осадів

Осади міських стічних вод містять значну кількість мікроорганізмів (у тому числі і патогенних), вірусів, яєць гельмінтів, сальмонелл, і тому є небезпечними в санітарному та інфекційному відношенні. У зв'язку з цим осади повинні піддаватися знезараженню.

«Ступінь знезараження осадів контролюють за вмістом в них яєць гельмінтів, патогенних і умовно-патогенних бактерій, сальмонелл, ентеробактерій і кишкової палички. При необхідності визначають вміст в осадах збудників різних захворювань. При використанні осадів як добрива в них не повинно бути сальмонел і життєздатних яєць гельмінтів, число кишкових паличок не повинно перевищувати 104, а ентерококів – 103 куо/л»(21).

Осади можна знезаражувати як в рідкому вигляді, так і після підсушування на мулових майданчиках або після механічного зневоднення.

Для знезараження і знешкодження осадів використовують: термічні (прогрівання, сушка, спалювання), біотермічні (компостування), хімічні (обробка хімічними речовинами) і біологічні (знищення мікроорганізмів простішими, грибами й рослинами ґрунту) методи, а також різноманітні види

фізичної дії: радіація, струм високої частоти, ультразвук, ультрафіолетове опромінювання. У наш час на практиці використовують в основному термічні, біохімічні й хімічні методи знезараження осадів [19].

Спалювання є одним з найбільш поширених методів ліквідації осадів стічних вод, який є найбільш ефективним засобом, що забезпечує максимальне зменшення об'єму осаду і його знезараження.

Спалювання осаду стічних вод дозволяє повністю ліквідувати органічну частину осаду; неорганічна частина, що залишилася після спалювання, має мінімальний об'єм та повністю стерилізується.

Існують наступні можливості термічної переробки (спалювання) осаду: спалювання як додаткове паливо на сміттєспалювальних заводах; піроліз (газифікація) для здобуття горючого газу; спалювання як додаткове паливо на електростанціях; моноспалювання в спеціальних установках для термічної утилізації осаду; використання як паливозамінника [17].

Автор Крупко В.А. також вважає, що серед напрямів утилізації останнім часом найпоширенішим є спалювання – радикальних метод утилізації осаду. Раніше цей метод менше використовувався через високу вологість осаду – понад 70 %.

«Нині використання новітніх сушарок для підсушеного осаду на мулових майданчиках вологістю 60–70 % дозволяє зменшити його вологість до 25 % і нижче. Таким чином, через метод новітнього способу спалювання осаду в турбосушарках можна ліквідувати джерело парникового ефекту, яке виникає при застарілій технології утилізації методом зневоднення осаду на мулових майданчиках, отримання альтернативного джерела теплової та електричної енергії. При такій потужній термічній обробці в 13 разів зменшується обсяг зневодненого осаду (з 15,6 т/год до 1,2 т/год), а 90 % попелу може бути використано в цементній промисловості, виробляється приблизно 1,5 МВт/год електроенергії і 35000,0 Гкал/рік теплової енергії» (17).

Крупко В.А. вважає, що в літературних джерелах недостатня увага приділяється показникам матеріалу, який утворюється після термообробки

осаду, а це є важливим фактором щодо якості дорожнього покриття. Огляд літературних джерел щодо утилізації відходів біологічного очищення стічних вод виявляє три основні напрями, представлені на рис. 2.2.1.



Рис. 2.2.1 - Основні напрями утилізації осаду з аеротенку

Із вказаних напрямів кожний має переваги, але потребує додаткових досліджень для вибору оптимального варіанту для конкретних очисних споруд, зокрема, і в м.Кропивницький.

Актуальними завданнями досліджень є:

- дослідження властивостей локального осаду, який відрізняється для різних КОС залежно від складу стічних вод;
- дослідження токсичності розчину, що утворюється внаслідок потрапляння атмосферних опадів на мулові майданчики, і поширюється у довкіллі;
- дослідження властивості матеріалу, що утворюється після термічної обробки осаду і планується до використання у будівництві;
- виявлення доцільності використання осаду в сільському господарстві, як добрива при відповідній спеціальній обробці або без неї.

«Застосовують мокрі та вогняні способи спалювання. Розвитку методу мокрого спалювання або термічної обробки осаду під тиском перешкоджає відсутність готового устаткування і складність його експлуатації, проте, не дивлячись на це, вказаний метод надалі може знайти широке застосування» (4, 17).

Проаналізувавши лутературні джерела, можна зробити такий висновок: з одного боку осад є побічним продуктом технології очищення стічних вод, який має негативний вплив на довкілля, а з іншого це є цінний матеріальний ресурс.

«Розглядається можливість перетворення осаду в комплексне добриво знешкодженням осаду стічних вод в умовах біосульфیدогенезу при дисиміляційному відновленні малорозчинних сульфатів. Отримані результати узгоджуються з експериментальними даними, відповідними динаміці вихідного із біореактора біогенного газу. За характером зміни кінетики виходу біогенного сірковуглецю, зміни концентрації ацетату і швидкості поглинання сульфатів можна здійснювати прогноз процесу біосульфідогенезу та знаходити найбільш оптимальні параметри системи. Це вказує на можливість його використання в біотехнології знешкодження осаду стічних вод з отриманням комплексного органо-мінерального добрива» (9, 28).

Отже, впровадження переробки осаду безпосередньо на очисних спорудах вирішує одночасно дві проблеми: покращує екологію регіону та забезпечує отримання корисних продуктів для інших галузей економіки. Зважаючи на успішний досвід інших країн, в нашій державі повинна здійснюватись переробка осадів на максимально можливому рівні. Для цього, перш за все утворювані осади потрібно розглядати як вторинну сировину. Це дасть змогу виконати не лише природоохоронне завдання, але і отримати додаткову продукцію. Перспективними для України є декілька напрямків: виготовлення мінеральних добрив для сільського господарства, а також на основі перероблених осадів субстратів для техногенно порушених земель та термічна переробка осадів, яка забезпечить їх знезараження і одержання додаткових матеріалів [31].

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Загальна характеристика очисних споруд м.Кропивницький

Очисні споруди м. Кропивницький є частиною системи централізованого водовідведення, яка розпочала свою роботу з 1952 року. У 1958 році було закінчено будівництво першої черги комплексу міської каналізації, потужністю 8,4 тис.м³/добу у складі якої були: 12 км каналізаційних мереж, двох насосних станцій перекачки, біоставки. У 1973 році закінчено будівництво другої черги комплексу міської каналізації, тобто 104 км мереж, і перша черга очисних споруд, потужністю 30 тис. м³/добу з повною біологічною очисткою стічних вод. У 1990 році частково збудована друга черга очисних споруд, що збільшило потужність на 30 тис.м³/добу і досягнула 60 тис. м³/добу. До теперішнього часу залишились неканалізованими райони: Лелеківки, Старої Балашівки, Масляниківки, Арнаутово, Завадівки, Балки, Кущівки. Інші райони, окрім центру, каналізовані частково [32].

До складу системи водовідведення КВКГ входять:

- 312,211 км каналізаційні мережі;
- 23 діючі каналізаційні насосні станції;
- каналізаційні очисні споруди;
- біоставки;
- поля фільтрації.

Каналізаційні очисні споруди (КОС) в м. Кропивницький мають продуктивність 60 тис. м³/добу стічних вод, вони будувались в дві черги. Перша черга (Q=30 тис.м³/добу) введена в дію в 1974 році в складі:

- камера приймання стоків;
- відділення ґрат;
- піскоуловлювачі;

- первинні відстійники;
- вторинні відстійники;
- аеротенки;
- повітродувна насосна станція;
- піскові та мулові майданчики.

Друга черга ($Q=30$ тис.м³/добу) введена в експлуатацію в 1990 році в складі:

- додатково два первинних відстійника;
- додатково два вторинних відстійника;
- додатково один чотирьохкоридорний аеротенк;
- біологічні ставки доочищення.

Також була здійснена реконструкція повітродувної насосної станції.

На початку 2004 року введені в експлуатацію споруди з обробки сирого осаду та надлишкового активного мулу в складі:

- мулоущільнювач, $D=18$;
- резервуар-накопичувач, $D=18$;
- цех механічного зневоднення суміші сирого осаду та ущільненого мулу «Укрпівдендіпрокомунбуд».

Проект будівництва цеху механічного зневоднення осадів розроблений фірмою «ПОЛІСТОК», м. Харків.

Сучасна система водовідведення м.Кропивницький являє собою неповнороздільну систему каналізації, яка приймає на себе всі забруднені води. Стічні води приймаються через різноманітні санітарно-технічні прилади, встановлені в житлових будинках, громадських та виробничих спорудах та виводяться в підземні трубопроводи. Вуличні лінії каналізації при послідовному сполученні приймають стоки від окремих будинків та споруд. Стічні води по самопливним колекторам попадають на районні каналізаційні станції в приймальні ємності через решітки, які затримують великі механічні частини. Затримані частини вилучаються з приймальної камери в спеціальні контейнери та вивозяться за межі станції спецавтотранспортом. Стоки від районів міста каналізаційними насосними станціями (КНС) транспортуються на

головну каналізаційну насосну станцію (ГКНС), яка перекачує їх по двох напірних трубопроводах, діаметрами 1000 мм та 1200 мм, на каналізаційні очисні споруди [27, 32].

Загальна довжина каналізаційних мереж – 312,211 км, з них головних колекторів – 22,669 км, напірних колекторів – 45,575 км, вуличних мереж – 114,252 км, квартальних мереж – 129,715 км, каналізаційних колодязів – 8322 шт. Матеріал труб – азбестоцемент, залізобетон, кераміка, сталь, чавун. Діаметри труб від 100 мм до 800 мм.[27]

Очисні споруди м. Кропивницький станом на 1.01.2023 р. включають такі споруди:

1. Камери приймання стоків;
2. Приміщення ґрат;
3. Горизонтальних піскоуловлювачів;
4. Розподільчої чаші первинних відстійників;
5. Первинних радіальних відстійників;
6. Насосної станції (НС) первинних відстійників;
7. Аеротенків;
8. Розподільчої чаші вторинних відстійників;
9. Вторинних радіальних відстійників;
- 10.Мулоущільнювача;
- 11.Резервуара-накопичувача;
- 12.Цеха механічного зневоднення осадів (ЦМЗО);
- 13.Мулових майданчиків;
- 14.Піскових майданчиків;
- 15.Біологічних ставків доочищення;
- 16.НС дренажних вод;
- 17.Повітродувної насосної станції;
- 18.Повітродувної;
- 19.НС зворотного мулу;
- 20.Адміністративно-лабораторного корпусу;
- 21.Допоміжних приміщень.

2.2. Технологія очищення стічних вод

На міських очисних спорудах використовується технологія очищення стічних вод, яка поєднує механічне та біологічне очищення. Міські очисні споруди були побудовані в минулому столітті і тільки зараз на них відбувається реконструкція та осучаснення технології. Так як під технологією очищення стоків розуміють руйнування або видалення з них певих забруднюючих речовин, знезараження та видалення патогенних мікроорганізмів, то на цих етапах і відбуваються зміни. Вимоги до скидів очищеної води стають жорсткішими, цього вимагає екологічна безпека нашого регіону, сусідньої області і держави в цілому [9, 23].

Скиди з міських очисних споруд відбуваються в річку Інгул, води якої використовуються як для господарських цілей, так і як питна вода для населених пунктів Кіровоградської і Миколаївської областей, тому вдосконалення технології і, зокрема, кожного технологічного процесу є пріоритетною задачею екологічної стратегії нашого регіону. Для цього відбувається реконструкція очисних споруд метою якої є впровадження сучасних процесів, таких як дефосфатизація, переробка осаду, знезараження очищеної води [15].

Стічні води міста за допомогою каналізаційних насосних станцій, яких є на сьогодні 13, поступають у приймальні камери очисних споруд, де відбувається їх перемішування і усереднення. З приймальних камер стічні води потрапляють у грабельне відділення, в якому відбувається очищення стоків від крупних фракцій та інших предметів. З грабельного відділення стоки поступають на піскоуловлювачі, як правило працює один, а другий знаходиться на профілактиці (додаток А). З піскоуловлювача стоки поступають у первинні відстійники, технологією їх передбачено 2, а практично працює 1 (додаток Б). Паралельно відбувається процес дефосфатизації у відстійнику, який є третім (додаток В). Цей процес впроваджений у 2022 році в зв'язку з тим, що стічні води містять значну концентрацію фосфат іонів, потрапляння яких у природні

водойми є екологічно небезпечним. В нашій державі поки що не існує заборони, на відміну від інших європейських країн, на миючі засоби, що містять фосфатні сполуки. Вище згадані процеси складають основу механічного очищення стічних вод [13, 30].

Після первинних відстійників стічні води потрапляють в споруди біологічного очищення, які називаються аеротенками. Очищення від забруднюючих речовин відбувається за допомогою мікроорганізмів, які знаходяться в так званому активному мулі, який розташовується в нижній частині аеротенків. Активний мул – це штучно вирощений при аерації прояснених стічних вод біоценоз населений бактеріями, найпростішими та багатоклітинними тваринами, які трансформують забруднюючі речовини та очищують стічні води в результаті окислення, всмоктування та поїдання.

Окислення органічних забруднюючих речовин в аеротенках відбувається внаслідок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, які утворюють пластівчасті скупчення, що і є активним мулом [14].

У біоценозах активного мулу присутні, як правило, представники шести відділів мікрофлори: бактерії, гриби, діатомові, зелені, синьо-зелені, евленові мікроводорості і дев'яти токсонімічних груп мікрофауни: джгутіконосці, саркодові, інфузорії, первиннопорожнинні і вториннопорожнинні черв'яки, черевовійкові черв'яки, коловертки, тихоходки, павукоподібні [10].

Активний мул являє собою складну екологічну систему, організми якої перебувають на різних трофічних рівнях.

Багатовидова розмаїтість організмів активного мулу свідчить про благополуччя біологічної системи аеротенка, високу ефективність очищення та стійкість біоценозу до впливів токсичних стічних вод [27, 34].

Для підтримання активної життєдіяльності мікроорганізмів мулу в аеротенки подається постійно кисень. Робота аеротенків систематично контролюється і в разі зниження активності мікроорганізмів щодо очищення в аеротенки додається свіжа партія активного мулу, а відпрацьований мул або такий активність якого знижена може додаватись у дефосфатор [26].

Чиста вода з аеротенків з домішками мулу направляється у вторинні відстійники, де і відбувається її розділення безпосередньо на чисту воду і мул, який частково може поступати у дефосфатор. Основна частина мулу потрапляє на мулові майданчики.

На сьогодні вище приведена технологія дозволяє мінімізувати рівень забруднення стічних вод, але при збільшенні об'ємів стоків показники очищення можуть виходити за межі допустимих значень. В планах реконструкції очисних споруд передбачається також процес знезараження очищеної води і процес переробки осаду (мулу) відстійників [16].

Екологічна безпека процесу очищення стоків – це, перш за все дотримання ГДК забруднюючих речовин після біологічного очищення і ГДК скиду в природні об'єкти, тобто в річку Інгул.

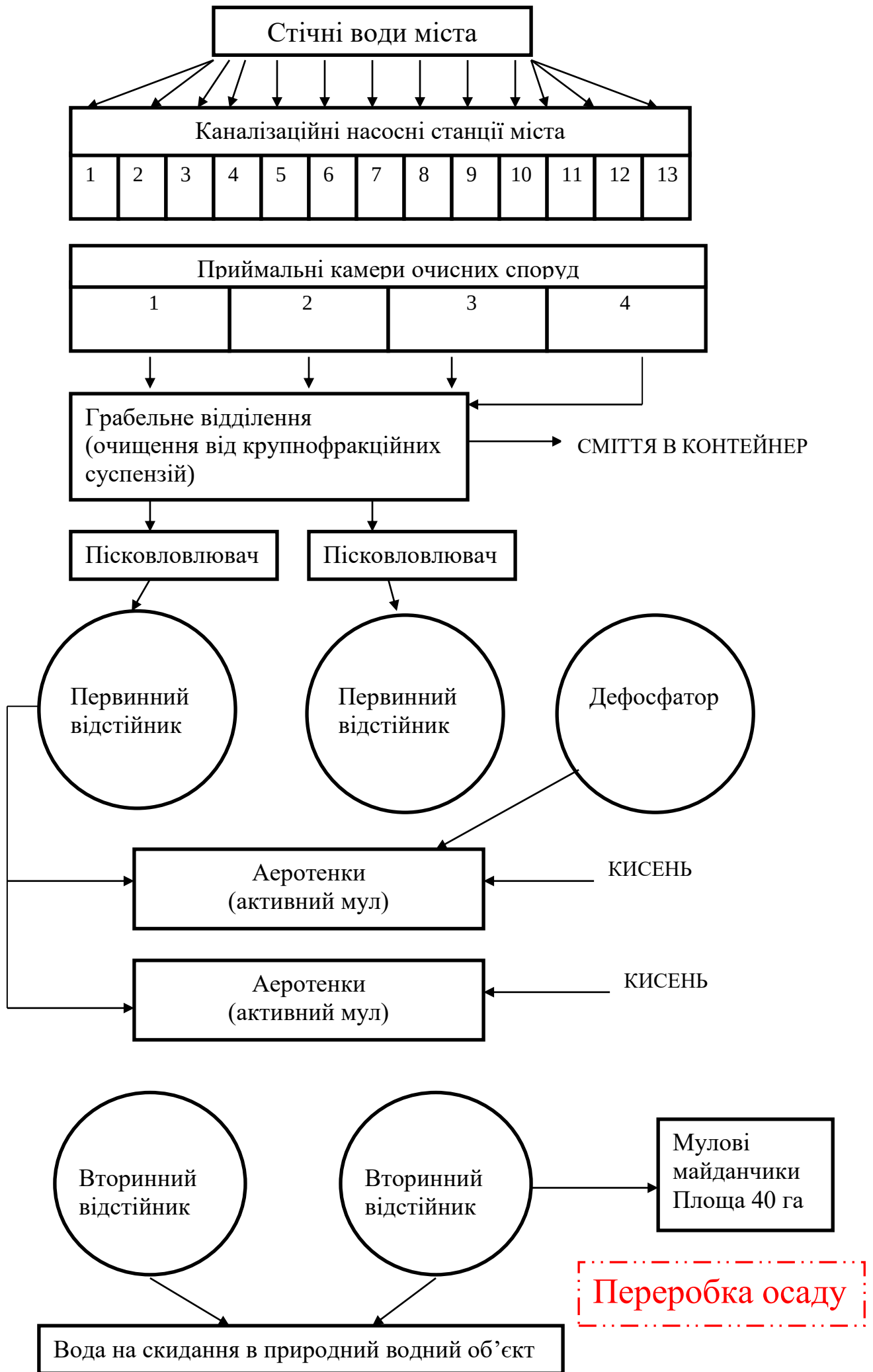
На очисних спорудах систематично 24/7 проводиться технологічний і лабораторний контроль якості очищення стоків по фізичним і фізико-хімічним показникам, температурі і рН середовища. Практично контролюються 20 показників по таким точкам: вхід на очисні споруди, вихід з біоставків, скидання в річку Інгул, а також показники води самої річки Інгул вище скиду. Порівняльні дані показників за січень і квітень 2023 року приведені в таблиці 2.2.1.

Дані таблиці свідчать про різноманітний хімічний склад стічних вод, це позначається на властивостях осаду, що утворюється після їх очищення. В його складі також будуть присутні важкі метали, складні хімічні сполуки у вигляді колоїдних частинок, тонкодисперсні механічні домішки та ін.

Таблиця 2.2.1 – Показники очищення стоків

Назва показників	Січень 2023				Квітень 2023			
	Вхід на очисні споруди	Вихід з біоставків	Р. Інгул вище скиду	Р. Інгул нижче скиду	Вхід на очисні споруди	Вихід з біоставків	Р. Інгул вище скиду	Р. Інгул нижче скиду
Температура, °C	10,8	2,6	2,4	2,4	10,75	11,0	10,25	10,75
pH	7,508	7,684	7,66	7,492	7,433	7,50	7,86	7,765
Прозорість, см	0,84	16,4	23,7	19,1	1,0	20,5	17,5	21,7
Завислі речовини, мг/дм ³	329,9	14,20	8,92	12,52	209,9	10,33	14,8	13,03
Сухий залишок, мг/дм ³	725,4	558,2	948,2	845,4	678,3	557,8	908,6	863,6
Сульфати, мг/дм ³	64,414	58,16	250,75	246,21	66,7825	61,1225	256,583	252,258
Хлориди, мг/дм ³	121,76	107,14	124,40	121,95	127,48	110,593	116,215	109,7
БСК ₅ , мг О/дм ³	360,08	14,96	4,768	8,868	246,16	8,16	5,23	5,06
ХСК, мг О/дм ³	865,2	73,48	27,72	33,02	648,5	62,88	44,18	42,58
Розчинений кисень, мг О/дм ³		6,936	10,37	9,61		6,135	7,42	7,70
Азот амонійний, мг/дм ³	49,23	1,974	0,340	0,504	56,29	1,435	0,242	0,138
Нітрити, мг/дм ³	0,016	0,506	0,096	0,152	0	0,3425	0,12	0,124
Нітрати, мг/дм ³	1,746	15,34	10,95	10,73	0,14	9,205	4,25	6,7925
Фосфати, мг/дм ³	31,584	4,26	1,59	2,50	25,06	3,41	0,32	0,74
Нафтопродукти, мг/дм ³	5,88	0,053	0,03	0,028	1, 5925	0,0355	0,0385	0,0278
Залізо загальне, мг/дм ³	1,444	0,298	0,252	0,242	1,2375	0,295	0,2563	0,2475
АПАР, мг/дм ³	1,378	0,150	0,050	0,048	2,155	0,075	0,063	0,069
Хром, мг/дм ³	0,0051	0,0011	0,0017	0,0016	1,85	0,06	0,046	0,039
Нікель, мг/дм ³	0,0071	0,0047	0,0034	0,0038				
Цинк, мг/дм ³	0,1970	0,0104	0,0174	0,0172				
Мідь, мг/дм ³	0,0690	0,0049	0,0038	0,0055				
Жири, мг/дм ³	81,04	1,38			34,0	1,3		

Технологічна схема очищення стоків приведена нище.



На сьогодні технологією очищення стічних вод передбачено осад, який утворюється від вторинних відстійників, накопичується на так званих мулових майданчиках (Первозванівських ставках). Ці майданчики займають досить велику площу – 40 га. Накопичення мулу є екологічно небезпечним так як велика територія піддається фактично забрудненню і не може використовуватись в якості землі для сільськогосподарського призначення. Це призводить до забруднення підземних вод, повітряного басейну і може викликати навіть явище «парникового ефекту». Не тільки ця територія безпосередньо забруднюється, але і та, яка прилягає до мулових майданчиків. «Частина процесів, що відбуваються в самому мулі під час потрапляння додаткової води, наприклад, дощу, є також екологічно небезпечними так як мул містить органічні сполуки, жирні кислоти та сполуки важких металів, то під час розбавлення відбувається утворення шкідливих речовин. За даними лабораторних досліджень склад мулу приблизно такий: до 50 % білкових речовин, до 30 % жирів та до 10 % вуглеводів» [1, 14].

Крім того, основними факторами несприятливої екологічної ситуації на територіях з забрудненими ґрунтами є: надходження їх в атмосферне повітря за рахунок переміщення часток забруднюючих речовин з поверхні ґрунту та переносення їх повітряними масами; надходження розчинних хімічних сполук у природні води та їх подальше розповсюдження. Застарілі методи утилізації та переробки осаду стічних вод також негативно впливають на економіку підприємства.

Тому впровадження сучасного процесу переробки осаду є технологічним рішенням, що позитивно позначиться на екології регіону, крім того з'явиться можливість осад після переробки корисно застосувати, наприклад, в сільському господарстві або в іншій галузі. Звільнена територія, яка знаходилась під муловими майданчиками, може бути рекультивована і, наприклад, засаджена деревними породами або засіяна медоносними чи іншими рослинними культурами, що також сприятиме екологічній безпеці нашого регіону [15, 16].

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування екологічно безпечного процесу переробки осаду

Технологією очищення стічних вод, яка використовується зараз на міських очисних спорудах не передбачена переробка осаду. Його транспортують на мулові майданчики площею 40 га, розташованих у смт Первозванівка. Основним завданням переробки осадів стічних вод є отримання продуктів з властивостями, які забезпечували б його використання і звели до мінімуму збитки, що наносяться навколишньому середовищу від їх накопичення [26].

В рамках реконструкції, що відбувається на міських очисних спорудах, збудовано відділення механічного зневоднення осаду. Придбано сучасну центрифугу від німецького виробника. Планується, що після зневоднення осаду центрифугою, об'єми осаду зменшуватимуться в 7-15 разів.

Осад стічних вод є побічним продуктом в технології очищення, але його кількість буде зростати, на це впливає ріст чисельності населення та використання сучасних технологій очищення стічних вод. Тому переробка стає одним із процесів технології очищення на очисних спорудах м.Кропивницького.

«На сьогодні не розроблено жодних безвідходних технологічних процесів, які б дозволили повністю видалити осад комунальних стічних вод. В країнах Європейського союзу ця проблема також не вирішена повністю. В 2018 році в 26 країнах членах ЄС було вироблено понад 16 млн. тонн сухої маси осаду і цей показник невпинно зростає. Згідно статистичних даних 1 людина може генерувати від 10 до 15 кг сухої маси осаду стічних вод за рік» [5, 7].

Таким чином осучаснення процесів обробки осадів стічних вод та впровадження нових технологій набуває ключового значення в технології очищення.

Для м. Кропивницький існує декілька головних проблем з якими стикаються під час обробки осадів – це, перш за все, нестача територій для складування осаду та негативний вплив переповнених мулових майданчиків на довкілля. Тому процес їх переробки на міських очисних спорудах є таким же важливим, як і сама технологія очищення стоків [18].

3.2. Вибір напрямку переробки осаду стічних вод

«У багатьох великих містах нашої країни використовують лише процес ущільнення осаду з подальшим висушуванням на спеціальних мулових майданчиках або ж просто скидання на полігони» [9]. Але такі технології не відповідають сучасним вимогам так як при цьому відбувається забруднення ґрунту, більш того мулові майданчики чи полігони займають значні площі сільськогосподарських земель. Згідно статистичних даних в Україні накопичено близько 5 млрд тонн осадів, площа яку вони займають приблизно 300 тис. га і тільки 3-5% від цієї кількості осадів використовуються. В таблиці 3.2.1 приведені порівняльні дані щодо способів використання осадів в різних країнах.

Аналіз даних таблиці свідчить про те, що існуюча переробка осадів відбувається за багатьма напрямками. Визначальним при виборі є фізико-хімічні властивості осадів, їх об'єми та технологічні особливості. Так як на очисних спорудах міста відбувається реконструкція з осучасненням технологічних процесів і для зневоднення осаду передбачається застосування центрифуги, то доцільно вибрати напрям термічної обробки осаду. Вологість осаду після центрифуги є найменшою, в порівнянні з іншими способами механічного зневоднення, отже температурна обробка осаду вирішує такі задачі: відбувається знезараження осаду і з'являється можливість використання його, як добрива в сільському господарстві та отримується сухий однорідний

компонент (попіл) для будівельних матеріалів. Доцільність цього напрямку необхідно підтвердити дослідженнями.

Таблиця 3.2.1 – Способи використання осадів в різних країнах

Країна	Спосіб утилізації				
	Захоронення	Спалювання	Добрива для с.г	Буд. матеріали	інше
США	28	15	47	6	4
Китай	14	-	3	-	83
Японія	20	15	11	52	2
Швеція	32	5	23	-	50
Фінляндія	-	-	10	-	90
Польща	18	3	22	-	57
Велика Британія	7	17	69	-	7
Німеччина	5	51	31	-	13
Нідерланди	5	68	-	20	7
Іспанія	17	5	65	-	13
Португалія	7	-	87	-	6
Україна	95	-	5	-	-

3.3. Проведення досліджень. Методика дослідження

При проведенні досліджень використали гравіметричний метод – це метод кількісного хімічного аналізу, заснований на точному вимірюванні маси речовини. Метод має найбільше практичне значення для визначення маси речовин після сушки, прокалювання. Точність цього методу висока 0,1-0,01%. При такому аналізі виділяють поняття гравіметричної форми – речовини, отриманої після прокалювання і яка є об’єктом зважування.

Перевагами гравіметричного методу є: відтворюванність результатів, мінімальна оклюзія, термічна стабільність, неокисдованість висушеного осаду. Дослідження проводили в такій послідовності (схема 3.3.1):

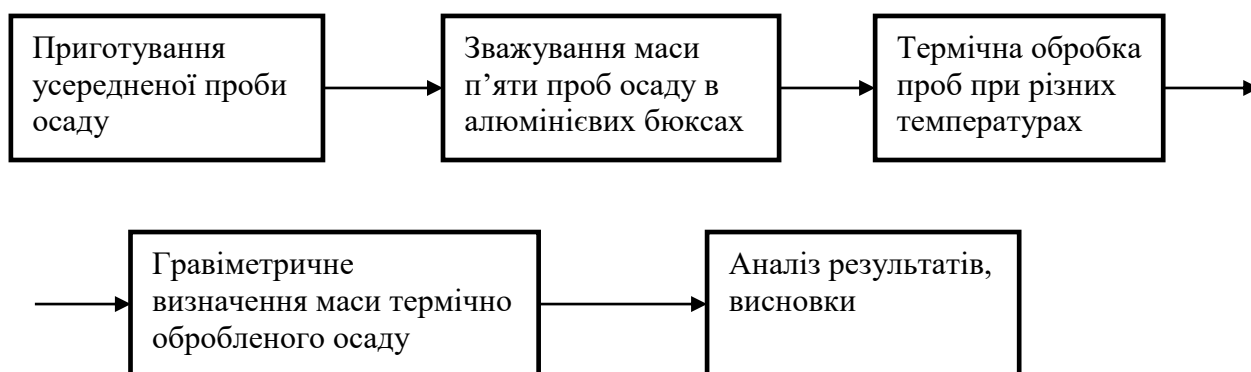


Схема 3.3.1 – Стадії проведення дослідження

Від осаду, який буде транспортуватись на мулові майданчики, відбирали пробу у межах 1,0 – 1,5 кг протягом 4-х днів. Всі проби помістили в одну ємкість, усереднили, відібрали приблизно 1 кг в металевий лоток і помістили в сушильну шафу на 30 хв для видалення механічно зв'язаної вологи. Висушену масу подрібнили і підготували 5 проб, зважили їх по 100 г кожна, помістили в алюмінієві бюкси: №1, №2, №3, №4, №5. Далі проби піддавали термічній обробці в муфельній печі, для початку була вибрана температура 300°C, після чого бюкси виймали, закривали кришкою, охолоджували до кімнатної температури, оглядали масу бюксів візуально, зважували і знову поміщали в піч, нагрівали до слідуєчої контрольної температури, охолоджували, робили огляд, зважували. Процес нагрівання, охолодження проводили до постійного значення маси осаду. Результати представлені в таблиці 3.3.1.

Бюкси з пробами при контрольних температурах витримували по 10 хв, така термічна обробка осаду відноситься до «м'якого» низькотемпературного прокалювання, що сприяє утворенню в основній масі однорідного за структурою матеріалу.

Таблиця 3.3.1 – Вплив температури на масу осаду

№ бюкса	Маса бюкса, г	Маса бюкса з осадом, г	Маса бюкса з осадом в г, при температурах			
			300°С	400°С	500°С	600°С
1	35,2	135,2	80,3	76,4	75,7	75,4
2	35,5	135,5	81,1	74,8	74,4	74,4
3	36,2	136,2	82,0	76,2	75,6	75,6
4	35,4	135,4	79,2	75,4	75,5	75,3
5	35,8	135,8	79,8	76,2	76,2	76,2

Дані таблиці свідчать, що вже при температурі 300°С відбувається значне зменшення маси осаду. Це пояснюється термічним розкладом органічних речовин та видаленням хімічно зв'язаної вологи. Цей процес продовжується при температурі 400°С, але повільніше, при 500 і 600°С змін у масі осаду не спостерігається. Отже, початком термічної обробки осаду міських очисних споруд є температура 400°С. Зміну маси осаду 5 бюксів розраховали як середньо арифметичне значення (табл. 3.3.2).

Таблиця 3.3.2 – Середня маса проб осаду після термічної обробки

Бюкс, №	Маса осаду в г при температурі, °С			Середньостатистичне значення маси осаду, г
	400	500	600	
1	41,1	41,5	41,5	41,3±4,2
2	39,3	38,9	38,9	39,0±3,6
3	40,0	39,4	39,4	39,3±3,6
4	40,0	39,9	39,9	39,5±3,7
5	40,4	40,4	40,4	40,4±3,9

Після термічної обробки осад змінив свій фізичний стан – це практично однорідний сипучий матеріал темно-сірого кольору, який дуже нагадує попіл.

Лабораторні дослідження хімічного складу осаду виконані на міських очисних спорудах в лабораторії ВВКГ, приведені в таблиці 3.3.3.

Склад осаду після термічної обробки		Властивості осаду
Показник	Вміст у %	Однорідний сипучий матеріал, за структурою частинок є тонкодисперсним, ситовий аналіз показав вміст частинок розмірами до 0,001 мм 50-60%, за кольором цей матеріал також однорідний – темно-сірого кольору.
Суша речовина	2,0-9,0	
Хімічні елементи		
N	0,7-4,0	
P	0,8-2,8	
K	0,1-0,5	
Mg	1,0-1,5	
Ca	5,0-50,0	
Органічні речовини	41,0-65,0	

Таким чином, лабораторні дослідження підтвердили доцільність термічної обробки осаду стічних вод. Одержаний продукт має властивості за якими його можна використати за такими напрямками:

- добриво для сільського господарства;
- добавка до будівельних матеріалів;
- безпосередньо у будівництві.

Так як до хімічного складу входять елементи, що є основою для живлення рослин, то осад після термічної обробки можна використати в якості добрива, за умови визначення хімічного складу.

Також одержаний продукт може бути добавкою до основного складу керамічної цегли, це так-звана шамотна добавка, яка враховуючи значний вміст органічної речовини, може знижувати температуру спікання цегли і не впливатиме на зміну лінійних розмірів.

Одержаний продукт можна додавати як компонент до складу тротуарної плитки на основі шлакоцементу.

У будівництві термічно оброблений осад можна використати як наповнювач до бетонних мас, наприклад, асфальтобетону.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Вимоги охорони праці та техніки безпеки при обслуговуванні споруд і обладнання КОС

Якщо на об'єктах КОС м. Кропивницький виникають обставини, що загрожують життю і здоров'ю людей, інженерно-технічні працівники повинні призупинити ці небезпечні роботи. Про це вони мають негайно повідомити керівництво очисних споруд, одночасно вживаючи всі необхідні заходи для попередження небезпеки.

Робітники очисних споруд повинні суворо дотримуватись інструкцій, правил техніки безпеки і внутрішнього розпорядку, встановлених правил поведінки з машинами, механізмами, інвентарем, використовувати засоби індивідуальної безпеки, що їм видаються.

Інструменти, що використовуються в роботі, мають бути справними. Забороняється виконувати роботи на несправному обладнанні, коли знята і несправна огорожа, відсутні захисні засоби і в інших умовах, що загрожують життю або здоров'ю персоналу.

Обладнання та електродвигуни мають бути негайно вимкнені у наступних випадках:

- при нещасному випадку з працівником, що вимагає негайного зупинення двигуна;
- при сильній у разі сильної вібрації;
- при появі диму або вогню з двигуна або його пускорегулюючої апаратури;
- при високому нагріванні підшипників і трансмісій;
- при сильному зниженні швидкості обертання, що супроводжується швидким нагріванням двигунів і машин, тощо.

В приміщеннях, де можливе виділення шкідливих речовин, повинна бути справна і працююча вентиляція.

Керівники, які відповідають за здійснення робіт, пов'язаних з підвищеною небезпекою, а саме – робота в колодязях, резервуарах та інших ємнісних спорудах, підземних комунікаціях, робота пов'язана з транспортуванням хлору, робота на висоті тощо, зобов'язані виписати наряд-допуск встановленої форми. Перелік небезпечних робіт, на які виписується наряд-допуск, затверджується головним інженером.

При виконанні в колодязях, підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємнісних спорудах, бригада працівників повинна складатися не менше ніж з 3-х чоловік. Вони повинні бути забезпечені захисними пасами з лямками і мотузками. Довжина мотузки має бути на 2 м більше за глибину резервуару або колодязя. Два рази на рік паси і мотузки випробовують на навантаження 200 кгс.

При виконанні роботи в колодязях або підземних комунікаціях попередньо необхідно визначити загазованість споруд газоаналізаторами (індикаторами газу або лампами типу ЛБВК), при виявленні загазованості, необхідно забезпечити вентиляцію споруд.

В разі затоплення водою колодязів, підземних комунікацій тощо, ремонт обладнання, що знаходиться під водою, в резервуарах та інших ємнісних спорудах має здійснюватися лише після вивільнення їх від води. Про проведення робіт на цих спорудах необхідно повідомити диспетчера, майстра та інших керівників, в разі необхідності повинен бути виписаний наряд-допуск.

При виконанні ремонтних робіт у вологих умовах, місця здійснення ремонтних робіт мають освітлюватися переносними електричними лампочками, що живляться від трансформатора з вторинною напругою не вище 12В. Дозволяється використовувати підвісну зовнішню освітлювальну апаратуру за умов розміщення її на висоті не менше ніж 2,5 м від підлоги і виконання проводки у відповідності з діючими електротехнічними правилами. Працювати в неосвітлювальних місцях забороняється.

Під час роботи в колодязях та інших підземних комунікаціях, де можуть накопичуватися вибухонебезпечні гази (наприклад, метан), потрібно використовувати для освітлення акумуляторні ліхтарі з напругою не вище ніж 6В. Строго забороняється палити і користуватися відкритим вогнем в цих місцях.

При виконанні ремонтних робіт, робітники забезпечуються спецодягом, особливо якщо це стосується експлуатаційних і ремонтних робіт на очисних спорудах. Спецодяг необхідно систематично прати, піддавати хімічному очищенню, у разі необхідності обробляти в дезінфекційних камерах і ремонтувати. Сушити вологий спецодяг і спецвзуття слід у спеціально обладнаних сушилках, які мають діяти в будь-яку пору року.

Приміщення очисних споруд м. Кропивницький, де знаходиться обладнання, а також і в інших структурних підрозділах, слід систематично мити і очищувати. Порядок миття вікон, заміни світильників, електроламп необхідно завчасно планувати, підготувавши надійні драбини, забезпечивши проходи тощо.

Особлива увага приділяється відбору проб води або осадів з відкритих споруд, що здійснюються з робочих майданчиків. Їх облаштування (огорожа, освітлення тощо) має забезпечувати повну безпеку робіт.

Під час роботи на спорудах слід вживати заходи, що виключають безпосередній контакт обслуговуючого персоналу зі стічною рідиною.

Проходи і сходи не повинні бути засмічені, загромаджені, залиті водою або мастилом, їх слід утримувати в чистоті, а взимку очищувати від льоду та снігу. Не припускається використовувати проходи для складування матеріалів.

При проведенні спеціальних робіт на спорудах і у приміщеннях очисних споруд м. Кропивницький дозволяється використовувати приставні та розсувні драбини. Сходи-перекладини дерев'яних, приставних драбин бажано не використовувати, а якщо виникає така необхідність, то перетинки повинні бути врізані і стягнуті болтами через кожні 2м. Забороняється використовувати драбини збиті цвяхами. Довжина приставної драбини має бути не більше ніж 5м, а остання сходинка розміщена на 1 м нижче верхніх кінців. Нижні кінці драбин оснащені підпірками у вигляді металевих шипів або гумових наконечників в залежності від поверхні опори. Розсувні драбини обладнують пристроями, що запобігають їх від самовільного зсуву. Розсувні драбини мають бути випробувані у встановленому порядку (результати випробування записуються в журнал). На тятиві розсувної драбини слід встановити бирку, що вказує інвентарний номер і дату випробування.

Матеріали, запчастини та інші вироби необхідно розміщувати, зберігати і складувати наступним чином:

- в штабелях труби діаметром до 300 мм - висотою до 3 м на підкладках і прокладках з підпірками на кінцях;
- в штабелях труби діаметром більше ніж 300 мм - висотою до 3 м в сідлі без прокладок, нижній ряд труб має бути вкладений на підкладки, закріплений інвентарними металічними башмаками або підпірками на кінцях, надійно закріплений па підкладках;
- в штабелях круглий ліс - висотою не більше ніж 1,5 м з прокладками між рядами і встановленням підпірок проти розкачування, ширина штабеля менше за його висоту не припускається;
- в штабелях пиломатеріали. При рядовій укладці висота штабеля - не більше ніж половина ширини штабеля, при укладці в клітці - не більше ширини штабеля.
- цегла, бетонні блоки, газобетонні плити в пакетах, на піддонах не більше ніж 2-3 яруси, а в контейнерах - 1 ярус, без контейнерів - заввишки не більше 1,7 м;
- обладнання з великими габаритами та важке і його частини - в один ряд на піддонах.

Переміщення важких матеріалів повинно здійснюватись вантажопідйомними механізмами, на великих складах повинен бути рейковий кран.

Хімічні речовини, зокрема, кислоти слід зберігати в щільно зачинених обплетених бутлях в окремо провітрюваних приміщеннях. На бутилі необхідно наклеювати бирки з найменуванням кислоти і встановлюватимх в один ряд. Аналогічно зберігають і пусті бутилі з-під кислот.

На складі паливомастильних матеріалів пальне і легко займисті рідини (бензин, керосин тощо) а також мастильні матеріали слід зберігати з дотриманням правил пожежної безпеки. Або в приміщеннях з негорючими конструкціями, чи заглиблених у землю. Етилований бензин повинен зберігатися, транспортуватися і використовуватися згідно з Правилами техніки безпеки для підприємств автомобільного транспорту. На тарі має бути написано масляною фарбою "Етилований бензин. Отруйний".

Використана тара з-під легко займистих рідин і з-під отрутних речовин повинна зберігатись відповідно до правил протипожежної безпеки. Забороняється її ремонт і знешкодження.

Вантажопідйомні механізми повинні експлуатуватись у відповідності з діючими Правилами облаштування і безпечної експлуатації вантажопідйомних механізмів. Всі механізми повинні мати технічні паспорти з вказаними строками їх випробувань.

КВП, електроустановки, прилади автоматики повинні експлуатуватись відповідно до Правил технічної експлуатації і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. Над електрообладнанням, що вводиться в експлуатацію, мають бути попередньо здійснені випробування відповідно до вимог „Правила експлуатації електроустановок”. Електрообладнання, апарати електроустановки, що знаходяться в експлуатації повинні мати захисне заземлення.

При здійсненні ремонтних робіт на очисних спорудах та при ремонті обладнання робітники повинні дотримуватись наступних граничних норм перенесення вантажів вручну на 1 людину. По рівній і горизонтальній поверхні, кг:

- для підлітків жіночої статі від 16 до 18 років - 10;
- для підлітків чоловічої статі від 16 до 18 років - 16;
- для жінок старших за 18 років - 20;
- для чоловіків старших за 18 років - 50.

4.2. Вимоги до персоналу на виробництві

До працівників, що допускаються до виконання робіт з експлуатації очисних споруд м. Кропивницький пред'являються наступні вимоги:

- при прийнятті на роботу, персонал повинен проходити медичний огляд;
- в процесі роботи (періодичний) медогляд;
- робітникам повинні бути зроблені необхідні запобіжні щеплення відповідно до вимог санітарних органів (проти черевного тифу, паратифів А і В, дизентерії, правця тощо).

Контингент персоналу і строки медичного огляду і щеплення встановлюють по узгодженню з органами санітарного нагляду. Дозвіл на роботу на очисних спорудах м. Кропивницький дає лікарська комісія.

Категорично заборонено допускати до робіт працівників, що мають подряпини та порізи на руках (в колодязях, каналізаційних мережах та приймальному відділенні стічних вод).

Всі працівники очисних споруд задіяні на експлуатації та ремонті обладнання, забезпечуються спеціальним одягом і взуттям, а також засобами індивідуального користування, такими як ліхтарики, бактерицидні салфетки тощо.

Так як очисні споруди м. Кропивницького є режимним об'єктом, то територія цілодобово охороняється. Всі будівлі та технологічні об'єкти, а також периметр очисних споруд освітлені та забезпечені відповідними вказівниками. Небезпечні об'єкти мають огорожу у вигляді металевої сітки. Вся територія проглядається на моніторах.

«Стосовно працюючого персоналу запроваджена ефективна система безпечної роботи, яка включає «Основні правила безпечного ведення процесу очищення стічних вод» та посадової інструкції «Правил безпеки на робочих місцях» [30].

«Основними документами, що визначають вимоги до експлуатації КОС м. Кропивницького є «ССТБ Експлуатація водопровідних і каналізаційних споруд і мереж. Загальні вимоги безпеки» і галузевий «Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України», Київ, Держжитлокомунгосп, 1986. ГОСТ 12.3.006-75 встановлює вимоги безпеки до розміщення, облаштування і порядку обслуговування споруд, виробничого персоналу, застосування засобів захисту працюючих» [31].

Галузеві правила техніки безпеки містять конкретні вимоги до організації охорони праці, облаштування і порядку обслуговування та експлуатації специфічних для галузі споруд, а також заходи по забезпеченню безпеки праці.

Крім вказаних Правил при експлуатації споруд і мереж очисних споруд м. Кропивницький необхідно виконувати вимоги норм і правил техніки безпеки

по відповідним видам робіт, що виконуються. «Зокрема експлуатація електроустановок, котельних, вантажопідйомних пристроїв повинна задовольняти вимоги Правил безпеки в газовому господарстві, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, Інструкції для стропальників, що обслуговують важко підйомні механізми, та інших документів» [31].

Всі виробництва на очисних спорудах відповідно до протипожежних норм, мають такі категорії:

- підвищеної небезпеки – майстерня, котельня;
- особливо небезпечні – повітрорудна насосна станція, НС первинних відстійників, НС дренажних вод;
- без підвищеної небезпеки – прохідна, АЛК, приміщення боксів відстою транспорту, складські приміщення.

Експлуатація очисних споруд м. Кропивницького полягає в контролі їх роботи, своєчасному очищенні споруд і обладнання, видаленні осадів, регулюванні розподілу води, ремонті ємностей, приміщень та обладнання.

Грати, піскоуловлювачі, відстійники, аеротенки відносяться до ємнісних споруд і повинні відповідати вимоги охорони праці до облаштування, обладнання та експлуатації споруд для очищення стічних вод.

В разі виникнення надзвичайної ситуації обслуговуючий персонал очисних споруд повинен керуватися Інструкцією для персоналу КОС при виникненні аварійних ситуацій.

4.3. Інструкція з охорони праці для лаборанта по відбору проб осаду з відстійників та мулу з аеротенків Кропивницького ВКГ СЛКВВ ОКВП “Дніпро-Кіровоград”

Лаборант по відбору проб осаду з відстійників та мулу з аеротенків є штатною одиницею лабораторії водовідведення. До роботи в лабораторії водовідведення допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичну комісію, інструктаж по техніці безпеки та здали екзамен на допуск.

Лаборант лабораторії, поступаючи на роботу, повинен пройти:

- вступний інструктаж з охорони праці;
- вступний інструктаж з виробничої санітарії;
- вступний інструктаж з пожежної безпеки;
- вступний інструктаж з прийомів і способів надання долікарняної допомоги потерпілим.

Лаборант повинен бути ознайомлений під розпис з умовами праці, правилами та пільгами щодо роботи в шкідливих та небезпечних умовах праці та правилами поведінки при виникненні аварій.

Вступний інструктаж проводиться для усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади, з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства, перебуваючи у відрядженні.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником.

Лаборант після первинного інструктажу на робочому місці повинен проходити стажування 2 – 5 змін під керівництвом старшого лаборанта, який призначається наказом ОКВП «Дніпро-Кіровоград». Повторний інструктаж – не частіше одного разу у квартал;

Позаплановий інструктаж проводиться при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, а також при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці та при внесенні змін та доповнень до них.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою, при ліквідації аварії, стихійного лиха, при проведенні робіт, на які оформляються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Лаборант повинен працювати в спецодязі, а саме халаті бавовняному, фартуху прогумованому з нагрудником та в рукавичках гумових. Спецодяг повинен бути справний і відповідати зросту і розміру робітника.

Приміщення лабораторії, в якому встановлені прилади та вимірювальне обладнання, має бути освітленим та обладнаним вентиляцією, що забезпечує належне очищення повітря.

Лабораторні прилади та обладнання слід розміщувати так, щоб до кожного з них був вільний доступ.

Прилади, які є дороговартісними і які вимірюють по декілька показників одночасно, наприклад, ІУРАС, який вимірює 33 компонента одночасно, повинні встановлюватися в окремих кімнатах.

Окреме приміщення повинне виділятися для різних типів вагів.

Робоче місце повинно бути впорядкованим, не можна тримати на столах реактиви, посуд, прилади, які не стосуються роботи, що не виконується.

Забороняється знаходитися у приміщенні лабораторії та виконувати роботи в стані алкогольного, наркотичного сп'яніння та в хворобливому або стомленому стані.

Забороняється приступати до роботи з хімічними речовинами, не ознайомившись із їх властивостями, способами їх зберігання, з правилами безпечного проведення лабораторних аналізів.

Забороняється зберігання харчових продуктів, приймання їжі в приміщенні лабораторії та користування для цієї мети лабораторним посудом.

Хімреактиви треба зберігати у відповідному для них місці в щільно закритому посуді з чіткими написами на етикетках.

Відходи від лабораторних визначень повинні зберігатись в металевому ящику для зберігання відходів. Зливати рідкі відходи потрібно в окрему ємність.

Приміщення лабораторії повинно бути забезпечено необхідними протипожежними засобами. Для гарантії пожежної безпеки лабораторії необхідно мати вуглекислотні вогнегасники та інші засоби гасіння пожежі (ящик з піском, вода). Біля вогнегасників повинні бути вивішені правила

користування ними. Забороняється гасити вогонь при займанні органічних розчинників та легкозаймистих речовин.

На робочих столах забороняється проводити роботи, пов'язані з виділенням шкідливих та отруйних газів і парів. Ці роботи треба проводити тільки у витяжних шафах.

В робочому приміщенні лабораторії можна мати тільки добовий запас органічних та неорганічних матеріалів, концентрованих кислот і лугів, який повинен зберігатись у витяжній шафі.

Працювати лаборант повинен тільки в спецодязі. Мати предмети індивідуального захисту, дезінфікуючий розчин.

При виконанні лабораторних досліджень лаборант повинен дотримуватися усіх вимог щодо поводження з хімічними речовинами.

Після виконання завдання лаборант повинен зразу ж повідомити завідувача лабораторії про витрату реактивів і здати йому залишки. Відпрацьовані розчини слід знищувати з додержанням всіх запобіжних заходів щодо навколишнього середовища.

Після закінчення роботи в лабораторії необхідно впорядкувати робоче місце, відключити електрообладнання, прибрати реактиви, прибрати і скласти засоби індивідуального захисту у призначене для цього місце.

Великою кількістю води промити систему каналізації, закрити крани водоводу.

Вимити руки та обличчя теплою водою з милом або прийняти душ.

ВИСНОВКИ

1. Огляд джерел літератури дозволяє зробити висновок, що при кожній технології очищення стічних вод утворюється осад, який накопичується на спеціально відведених майданчиках і який потребує все більших площ сільськогосподарських земель, тому вкрай важливим є осад технологічно переробляти.

2. Існує достатньо способів переробки осадів, тому для кожних очисних споруд вибирається свій, це залежить від фізико-хімічних властивостей осаду та наявності сучасного обладнання для зневоднення. Пріоритетними зараз є такі для здійснення яких потрібна термічна обробка. Цей спосіб одночасно дозволяє провести знезараження осаду та одержати корисні продукти. Це підтверджується практичним досвідом багатьох великих міст нашої країни та інших держав, який показує, що осад стічних вод є цінним матеріальним ресурсом, який можна використати за відповідної обробки, наприклад, як добриво в сільському господарстві, для виробництва біогазу, будматеріалів, вилучення цінних компонентів тощо.

3. Проведені лабораторні дослідження довели доцільність застосування термічної обробки осаду з міських очисних споруд при температурі низького прокалювання (прожарювання) в межах 400-500°C. Цей процес не є енергозатратним, так як пропонується для термообробки осаду після центрифуги, тобто для осаду з мінімальною вологістю.

Термічна обробка осаду стічних вод дозволяє одержати цілий ряд корисних продуктів, зокрема, як добриво для сільського господарства, наповнювач для асфальтобетону, добавка до шлакобетонної тротуарної плитки, шамотна добавка до керамічної цегли.

Термічна обробка осаду, а не накопичення його матиме позитивний вплив на екологічну безпеку в регіоні, так як не будуть забруднюватись ґрунти, атмосферне повітря, вода з мулових майданчиків та біоставків не буде скидатися в річку Інгул.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айрапетян Т.С. Технологія очистки стічних вод [Текст]: конспект лекцій / Т.С.Айрапетян. Харків: Харківський національний університет міського господарства О.М. Бекетова, 2021. – 120 с.
2. Апостолук С. О. Промислова екологія : навч. посіб. / Апостолук С. О., Джигирей В. С., Апостолук А. С.. – Київ : Знання, 2005. – 474 с.
3. Безпека екологічна // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. – С. 15.
4. Безвідходна технологія очищення стічних вод виробництво амінокислот / О. В. Гайдаржи, Л. В. Левандовський, Г. М. Заболотна, Г. С. Андріяш // Збірка тез XIV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія. Людина. Суспільство» (18-22 травня 2010 р.). – К., 2010. – С. 43-44.
5. Василенко І. А. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища: навчальний посібник / І. А. Василенко, М. І. Скиба, О. А. Півоваров, В. І. Воробйова. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 204 с.
6. Використання осадів стічних вод в експериментальному дорожньому будівництві / Г. Я. Дрозд, Р. В. Бреус, В. В. Рогулін, І. І. Бізірка // Водопостачання та водовідведення. – 2011. – № 4. – С. 44–47.
7. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВПГ, 2013. – 625 с.
8. Дрозд Г. Я. Оцінка технологій утилізації осадів стічних вод / Г. Я. Дрозд, В. В. Рогулін // Водопостачання та водовідведення. – 2011. – № 4. – С. 38–43.
9. ДСТУ 8727:2017 Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод.

- 10.Дудник С. В. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування [Текст]: монографія / С. В. Дудник, М. Ю. Євтушенко. – Київ :Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. – 297 с.
- 11.Запольський А.К. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: навчальний посібник / А. К. Запольський та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
- 12.Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст]: підручник: - К.: Вища школа, 2005. – 671 с.: іл.
- 13.Захарова С. О., Архіпова К. К. Проблеми забруднення водних ресурсів. Екологічний аспект// World Science, № 8(36), Вип.2, 2018. С. 58 - 60
- 14.Кот С.П. Санітарна мікробіологія [Текст]: методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальностей 8.18010001 «Якість, стандартизація та сертифікація». – Миколаїв, 2015. – 60 с.
- 15.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод [Текст]: навчальний посібник. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 616 с.
- 16.Ковров О.С., Бучавий Ю.В. Очистка й знезараження стічних вод [Текст]: методичні рекомендації для студентів екологів. – Дніпропетровськ: НГУ, 2013. – 55 с.
- 17.Крупко В.А. Чернігівський державний інститут економіки і управління, м. Чернігів / Аналіз можливостей утилізації осаду очисних споруд// Вісник Черніговського Державного Технологічного Університету № 2 (73), 2014.
- 18.Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 504 с.
- 19.Міронова Н.Г. Зневоднення осадів стічних вод центрифугуванням
- 20.Остапчук Т.В., Рибак А.І. Система технологій: навчальний посібник. – К: ЦУЛ, 2003. – 888 с.

- 21.Олійник З.А., Росада М.О., Міхійєнкова А.І., Ніконова Н.О., Сурмашева О.В. «Мікробіологічний контроль води в Україні: сучасні проблеми нормативно-методичної документації «Вода і гігієна, екологія» [Текст] : стаття. – Київ; Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзасва, 2017. – 10 с.
- 22.Про затвердження порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин [Текст]: Наказ 12.12.2018 №341 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства.
- 23.Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення [Текст] : Закон України від 30.04.2014 №197
- 24.Проценко С.Б., Ковальчук В.А. Глосарій з моніторингу та охорони довкілля: навч. посібник/ С.Б. Проценко, В.А.Ковальчук. – Рівне, 2003. – 496 с.
- 25.Природоохоронні технології. Частина 2. Методи очищення стічних вод: навч. посіб. / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. –Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.
26. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня докт. техн. наук / Л. А. Саблій - К.. 2011. - 40 с.
- 27.Сорокіна К.Б. Процеси та обладнання для обробки осадів [Текст]: конспект лекцій. – Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2017.
- 28.Смірнова О. Л., Лещенко С. А. Ресурсозберігаючі електрохімічні виробництва [Текст] : навчальний посібник/ О.Л.Смірнов. – Харків: В-во Іванченка. – 120 с.
- 29.Сучасні технології у промисловому виробництві Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів. - Суми, 18–21 квітня 2017 року. Ч. 2 Сумський державний університет,

- 2017 «Очищення комунальних стічних вод від фосфатів»// Штанько Т. В., магістрант; Лазненко Д. О., доцент.
30. Технічний паспорт КОС м. Кіровограда, 2008 р.
31. Технічний паспорт очисних споруд КВКГ м. Кропивницький, 2017.
32. Хижняк, О. О. Знезаражування води для харчової промисловості // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2007. №.5 – С. 129-135.
33. Чуб І.М. Мікробіологія і хімія води [Текст]: методичні рекомендації. – Харків: Харківський національний університет міського господарства О.М. Бекетова, 2017. – 95 с.
34. Шемшученко Ю. С. Безпека екологічна [Текст]: / Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол.: Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.]. – К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. – Т. 1 : А – Г. – 672 с. – ISBN 966-7492-00-X.
35. Шквірко О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України НУ «Львівська політехніка» [Текст]// О.М.Шквірко та ін. – Львів: Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т.29 №2, с. 84.
36. Mininni, G., Blanch, AR., Lucena, F. & Berselli, S. (2014). EU policy on sewage sludge utilization and perspectives on new approaches of sludge management. Environmental Science and Pollution Research, 22(10), 7361–7374. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3132-0>
37. Petruk, V. H., Vasylykivskyi, I. V., Bezvoziuk, I. I., Petruk, R. V., & Turchyk, P. M. (2013). Environmental technology. Methods of processing sewage sludge. (Part 3). Vinnytsia: VNTU, 324 p. [In Ukrainian]
38. The hybrid system successfully to consisting of activated sludge and biofilter process from hospital wastewater: ecotoxicological study / Pirsahab M., Mohamadisorkali H., Hossaini H., Hossini H., Makhdoumi P. // J. Environ. Manage. – 2020. – Vol.276. – Article No. 111098.
39. USML Step 1. Lecture notes. – New York, 2018. – 2568 p.

- 40.Olivier, J., Mahmoud, A., Vaxelaire, J., Conrardy, J. B., Citeau, M. & Vorobiev, E. (2014). Electro-Dewatering of Anaerobically Digested and Activated Sludges: An Energy Aspect Analysis, *Drying Technology*, 32(9), 1091–1103.<https://doi.org/10.1080/07373937.2014.884133>
- 41.Lv, H., Xiong, Q., Liu, D., & Wu, X. (2021). Coupling electro-dewatering and low-temperature air-drying for efficient de-watering of sludge. *Scientific reports*, 11(1), 19167.<https://doi.org/10.1038/s41598-021-98477-9>
- 42.Obukhova M. V. (2021). *Povyshenie jeffektivnosti obrabotki osadkov stochnyh vod s primeneniem SVCh-izlucheniya* (Doctor of philosophy thesis, Saint Peterburg: Saint Peterburg State University of Architecture and Civil Engineering). [in Russian] Re-trieved from <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-obrabotki-osadkov-stochnykh-vod-s-primeneniem-svch-izlucheniya> (Retrieved: September 05, 2022)

ДОДАТКИ

Додаток А

Аеротенк на очисних спорудах м. Кропивницький (утворення осаду)



Додаток Б

Відстійники на очисних спорудах м. Кропивницький Первинний відстійник (утворення осаду)



Вторинний відстійник





Додаток В

Дефосфатор на очисних спорудах м.Кропивницький



Додаток Г

Центрифуга

