

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра екології, охорони навколишнього
середовища та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
___ Ольга МЕДВЕДЄВА
«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА **за другим (магістерським) рівнем вищої** **освіти**

на тему:

“Екологічна оцінка технологічного
процесу переробки осаду від стічних вод
для виготовлення тротуарної плитки”

Виконала здобувач вищої освіти
___ II курсу, групи ЕО 22 Мз
ОПП «Екологія» спеціальності
101 «Екологія»
___ Тетяна КИРНАСОВСЬКА
«___» _____ 2024 р.
Керівник роботи к.б.н., доцент
___ Тетяна ТУНІК
«___» _____ 2024 р.

Рецензент
___ Микола КОВАЛЬОВ
«___» _____ 2024 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти

Кафедра Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Галузь знань 10 «Природничі науки»
Спеціальність 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма ОПП «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ольга МЕДВЕДЄВА

«__» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кирнасовської Тетяни Євгеніївни

(прізвища, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Екологічна оцінка технологічного процесу переробки осаду від стічних вод для виготовлення тротуарної плитки

2. Керівник роботи (проекту) Тунік Тетяна Михайлівна, к.т.н., доцент
(прізвища, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета роботи: Дослідження властивостей ОСВ щодо використання в якості компонента у виробництві тротуарної плитки

Завдання роботи: Аналіз літературних джерел з тематики. Розгляд технології очищення стічних вод на КОС м. Кропивницький та джерел утворення осадів, хімічні та фізичні властивості мулових осадів, їх додаткова технологічна переробка. Обґрунтування напрямку досліджень: Визначення оптимального вмісту осаду стічних вод у складі суміші для виготовлення тротуарної плитки. Дослідження лабораторних зразків на міцність; Дослідження лабораторних зразків на водопоглинення; Охорона праці на підприємстві – аналіз дії шкідливих та небезпечних факторів, розробка заходів для їх запобігання.

5. Консультанти до роботи, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Тунік Тетяна Михайлівна		
Охорона праці	Лузан Петро Григорович		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір даних по технології очищення стічних вод на міських очисних спорудах, джерела утворення осаду		
2.	Робота з нормативними документами		
3.	Огляд літературних джерел		
4.	Дослідження властивостей осаду, виготовлення дослідних зразків та визначення їх властивостей.		
5.	Консультації з керівниками розділів роботи		
6.	Оформлення пояснювальної записки випускної роботи		
7.	Представлення на перевірку керівникові		

Дата видачі завдання « ____ » вересня 202__ р.

Підпис керівника _____ Тунік Т.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 202__ р.

Підпис здобувача _____ Кирнасовська Т.Є.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з 5 розділів, викладена на 80 сторінках, містить 5 рисунків, 12 таблиць, 5 додатків, 65 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: процес утворення осаду стічних вод на КОС м.Кропивницький. Предмет дослідження: осад та його властивості.

Мета роботи: дослідження можливості використання осаду як компонента при виготовленні тротуарної плитки.

У вступі підкреслена актуальність виявлення негативного впливу відходів, які утворюються очищення міських стічних вод, на навколишнє природне середовище, обґрунтовується напрям досліджень ОСВ щодо їх використання в складі такого будівельного матеріалу, як тротуарна плитка.

Перший розділ містить огляд літературних джерел, аналіз основних напрямків переробки осадів стічних вод в світі та в Україні.

У другому розділі розглянуто технологію очищення стічних вод та джерела утворення осаду на КОС м. Кропивницький.

Третій розділ присвячено методиці дослідження властивостей зразків плитки з додаванням осаду стічних вод, визначенню оптимального складу та міцності і водопоглинання дослідних зразків.

У четвертому розділі наведено результати досліджень: оптимальний вміст ОСВ у складі тротуарної плитки, яка відповідає технічним вимогам щодо міцності та водопоглинання.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано дію небезпечних та шкідливих факторів праці на каналізаційно-очисних спорудах м. Кропивницький, запропоновані заходи для запобігання їх дії. Розроблено заходи з пожежної безпеки.

У висновках приведені результати кваліфікаційної роботи та рекомендації щодо її практичного використання.

ОСАД СТІЧНИХ ВОД (ОСВ), КАНАЛІЗАЦІЙНО-ОЧИСНІ СПОРУДИ (КОС), ТРОТУАРНА ПЛИТКА, МУЛОВІ МАЙДАНЧИКИ, ВІДСТІЙНИКИ, ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДУ, ЦЕНТРИФУГА, КОМПОНЕНТ, МІЦНІСТЬ, ВОДОПОГЛИНАННЯ, ГРАВІМЕТРІЯ, ЗРАЗКИ ТРОТУАРНОЇ ПЛИТКИ

ЗМІСТ

✚	ВСТУП.....	5
	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	8
	1.1. Закони та нормативні технічні документи, які регламентують поведження з осадами стічних вод в Україні	8
	1.2. Проблема накопичення осадів стічних вод в Україні	10
	1.3. Основні способи утилізації осадів.....	12
	1.4. Поширені технології переробки осадів в країнах Світу.....	12
	1.5. Використання осадів стічних вод у будівельній галузі.....	14
	1.6. Технологічні особливості виробництва тротуарної плитки.....	18
	РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА «КАНАЛІЗАЦІЙНО-ОЧИСНІ СПОРУДИ» М.КРОПИВНИЦЬКИЙ.....	23
	2.1. Технологія очищення стічних вод на каналізаційно-очисних спорудах.....	26
	2.2. Характеристика цеху механічного зневоднення осадів міських очисних споруд каналізаційно-очисних споруд.....	30
	2.3. Основні фізико-хімічні показники осадів стічних вод.....	32
	РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
	3.1. Визначення оптимальної частки осаду в складі суміші дослідних зразків тротуарної плитки.....	36
	3.2. Визначення міцності зразків дослідних плиток на стискання.....	37
	3.3. Дослідження водопоглинання зразків плитки.....	40
	РОЗДІЛ 4. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	42
	4.1. Визначення оптимальної маси осаду в складі дослідних зразків тротуарної плитки.....	42
	4.2. Визначення міцності дослідних зразків.....	45
	4.3. Визначення водопоглинання дослідних зразків плиток.....	46
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
	5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на підприємстві та в цеху зневоднення осаду.....	49
	5.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращанню умов праці на КОС.....	51

5.2.1. Заходи, запропоновані для запобігання дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	53
5.2.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту.....	56
5.2.3. Розробка інструкції з охорони праці для лаборанта відділення зневоднення осаду.....	57
5.3. Категорії пожеже - вибухонебезпечності приміщень на КОС м.Кропивницький.....	61
5.4. Розробка заходів з пожежної безпеки.....	61
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67
ДОДАТКИ.....	74
Додаток А. Основні напрями утилізації осадів стічних вод країн Світу...	75
Додаток Б. Схема технології очистки стічних вод.....	77
Додаток В. Показники очищення стоків на каналізаційно - очисних спорудах м. Кропивницький.....	78
Додаток Г. Цех механічного зневоднення осадів каналізаційно-очисних спорудах. Декантерні центрифуги.....	79
Додаток Д. Трогуарна плитка, виготовлена з додаванням ОСВ в якості наповнювача.....	80

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема накопичення і переробки відходів набула глобального значення в наш час. Серед них значну частину складають осадки, що утворюються після очищення каналізаційних стоків міст. В ці осадки переходить значна частина забруднень, що поступають на очисні споруди. Загальна кількість накопичених відходів після очищення каналізаційних стоків на сьогодні в Україні складає приблизно 65 млн. т. по сухій речовині або більше 1 млрд. м³ за об'ємом. Причому кількість цих відходів постійно збільшується. Особливістю цих відходів є те, що вони містять в своєму складі майже всі хімічні елементи Періодичної таблиці, а їх кількісний та якісний склад постійно змінюється. Незважаючи на те, що осадки класифікуються як малонебезпечні (IV клас) і розміщуються відкрито на мулових майданчиках, вилучаючи при цьому з господарського обороту великі площі приміських територій, вони погіршують екологію, створюючи загрозу для здоров'я населення. Збільшувати території під мулові майданчики недоцільно, як з екологічної, так і з економічної точки зору. Тому пошук та впровадження нових технологій, вдосконалення вже існуючих є нагальною потребою для кожного регіону і актуальним для всього Світу.

Стратегія переробки та утилізації осадків на очисних спорудах повинна формуватися в залежності від їх розташування, показників стоків, існуючої технології очищення з врахуванням законодавчо-нормативних документів, зокрема НТД Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України «Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин». При систематичному поводженні з відходами, в тому числі і з осадками стічних вод, необхідні постійні наукові дослідження, модернізація та вдосконалення технологій, точна і об'єктивна оцінка ризиків використання відходів в тій чи іншій галузі.

Мета роботи – дослідження можливості використання осаду як компонента у виробництві тротуарної плитки.

Для досягнення мети було поставлено ряд завдань:

- 1) Аналіз літературних джерел
- 2) Розглянути технологію очищення стічних вод на КОС м. Кропивницький, джерела утворення осаду, його склад та властивості після зневоднення на центрифугах
- 3) Обґрунтування напряму досліджень
- 4) Заропонувати методику дослідження осаду стічних вод як компонента тротуарної плитки
- 5) Визначення оптимального вмісту осаду стічних вод у складі суміші для виготовлення тротуарної плитки
- 6) Дослідження лабораторних зразків на міцність
- 7) Дослідження лабораторних зразків на водопоглинання
- 8) Розробити питання з охорони праці на підприємстві

Об'єкт дослідження процес очищення стічних вод, внаслідок чого утворюються відходи у вигляді осадів.

Предмет дослідження осад стічних вод, його властивості та доцільність його використання у складі маси для виготовлення тротуарної плитки.

Для реалізації поставлених задач використовувались наступні методи: діалектичний метод пізнання та теоретичного узагальнення – для комплексного аналізу наукової літератури щодо використання таких відходів як осад від очищення стічних вод у світовій практиці, в Україні та в нашому регіоні; метод групування та статистичних порівнянь для оцінки стану практичного застосування осаду стічних вод в різних галузях; метод аналізу для узагальнення інформації по переробці осаду в Україні; комплексно-системний підхід – для вивчення положень національного законодавства та нормативів щодо осадів стічних вод; порівняльний метод для висвітлення питання щодо переробки осаду в Україні та інших країнах; табличний – для відображення результатів дослідження; статистичний – для обробки та аналізу оптимального вмісту осаду у складі тротуарної плитки, показників

аналізу оптимального вмісту осаду у складі тротуарної плитки, показників міцності на стискання та водопоглинання плитки. Спеціальні методи – гравіметричний, «метод серій» для визначення міцності на стискання, «метод кип'ятіння» для визначення водопоглинання.

Інформаційною базою роботи є законодавчі та інші нормативно-правові акти України з питань охорони навколишнього середовища щодо відходів, зокрема, «Національний стандарт України. Стічні води», Закон України “Про водовідведення та очищення стічних вод” від 12.01.2023 №2887-IX, «Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання ДСТУ 7369:2013», Наказ 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, ДСТУ, матеріали науково-практичної конференції з проблем екологічної політики та захисту довкілля; матеріали державних органів статистики, а також власні дослідження та спостереження.

Наукова новизна. Розроблений оптимальний склад маси тротуарної плитки з використанням осаду стічних вод.

Особистий внесок. Кваліфікаційна робота магістра є самостійно виконаним науковим дослідженням. Усі розробки та пропозиції, що містяться в роботі, належать особисто автору.

Наукова і практична значимість. В роботі присутні елементи наукової новизни, які полягають в розробці оптимального складу тротуарної плитки з вмістом осаду стічних вод 10-20% в складі маси та дослідженні її техніко-експлуатаційні властивості.

Публікації. Кирнасовська Т.Є. «Вплив на екологію сучасних очисних споруд локального значення»// Збірник тез доповідей науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти. – Кропивницький, 2023. – С. 151-153.

Кирнасовська Т.Є. «Використання осадів стічних вод у виробництві будівельних матеріалів як один з перспективних методів їх утилізації» // Збірник тез доповідей LVIII науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» – Кропивницький, 2024. – С. 207-210.

Кирнасовська Т.Є. «Дослідження властивостей осаду стічних вод КОС м. Кропивницький з метою використання у виробництві тротуарної плитки» // Збірник робіт молодих вчених ЦНТУ, Вип.14. – Кропивницький, 2024. – С. 59-63.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Закони та нормативні технічні документи, які регламентують поводження з осадами стічних вод в Україні

Очищення стічних вод відноситься до технології, в якій утворюється осад, маса якого є значною. Для оцінки загальної кількості накопичених в Україні відходів каналізаційних осадів виходять з умов утворення приблизно 80 г/добу однією людиною сухої речовини, що складає в загальній сумі більше 1,8 млн. т відходів по сухій речовині або більше за 1 млрд. м³ по об'єму при природній вологості.

Актуальність проблеми утилізації осадів, як відходів після очищення стічних вод, відображена в Законах України, які зобов'язують виробників цих відходів їх переробляти [25, 26]. Політика в галузі утилізації осадів міських стічних вод на даний момент набула глобального значення ще і через набуття Україною статусу кандидата до ЄС, оскільки їх нормативні документи щодо утилізації осадів більш жорсткі в порівнянні з нашими [15].

В нашій країні поводження з відходами регламентується на законодавчому рівні, зокрема, «Національним стандартом України. Стічні води», Законом України “Про водовідведення та очищення стічних вод” від 12.01.2023 №2887-IX, «Вимогами до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання ДСТУ 7369:2013» та 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 ОСВ можливе в сільському господарстві та промисловості і це повинно здійснюватись так, щоб запобігти їх шкідливому впливу на здоров'я людей та навколишнє природне середовище.

«7.08.2023 набрав чинності Закон України “Про водовідведення та очищення стічних вод” від 12.01.2023 №2887-IX, який спрямований на забезпечення громадян якісними послугами водовідведення, а також на зменшення негативного впливу стічних вод на навколишнє природне середовище. Ним регулюються наступні питання:

- вдосконалення процесів очищення стічних вод із застосуванням сучасних технологій глибокого видалення біогенних елементів на існуючих очисних спорудах;
- запровадження технологій обробки та утилізації осаду на існуючих очисних спорудах;
- забезпечення при можливості повторного використання очищених стічних вод та осадів тощо.

Робота в цих напрямках потребує запровадження відповідних організаційних, інженерно-технічних, технологічних і економічних заходів та створення відповідних умов і механізмів впливу на рівні держави» (24).

«23 червня 2022 року лідери 27 держав-членів ЄС ухвалили рішення про надання Україні статусу кандидата на членство в ЄС. Таке рішення, з одного боку, означає отримання європейської перспективи для нашої держави та юридичне закріплення європейського майбутнього України. З іншого боку, це початок складного шляху, серед іншого, означає необхідність реформування та масштабної трансформації країни, що включатиме наближення до європейського законодавства та політики в усіх сферах, включаючи і екологію. Сфера охорони довкілля та клімату для цілей переговорного процесу входить до Глави 27 так званого зеленого кластеру і, за даними самої Європейської Комісії, включає близько 200 співтовариств «*acquis communautaire*» з найрізноманітніших питань: від якості води чи повітря до регулювання діяльності зоопарків (30).

Європейська система поводження з відходами формувалась протягом тривалого часу, починаючи з первинних базових засад, встановлених Директивою 75/442/ЄЕС про відходи. На даному етапі країни ЄС впровадили

комплексний підхід до управління відходами, який є достатньо гнучким, щоб адаптуватись до змін та нових викликів, що виникають у цій сфері [14].

Відтак вітчизняна система поводження з відходами потребує покращення з урахуванням європейського досвіду та політики в цій сфері. Зокрема, Директива 1999/31/ЄС передбачає скорочення утворення відходів і максимальне збільшення їх переробки та повторного використання – щонайменше 80% усіх відходів до 2030 року. Інша важлива мета – обмежити спалювання відходів. Цей процес має бути спрямований лише на відходи, що не підлягають переробці. Перспективним способом переробки осадів стічних вод є термічна утилізація, наприклад, піроліз. Найближчим часом ЄС планує внести зміни до директиви 86/278/ЄС щодо охорони навколишнього середовища, особливо ґрунту, при використанні осадів стічних вод у сільському господарстві, оскільки таке їх використання також може нанести шкоду довкіллю. В Україні поки що неможливо використовувати сучасні термічні способи утилізації через високі економічні витрати [30].

Наразі Україна працює над єдиним стратегічним документом у сфері управління відходами, подібним до національних планів управління відходами ЄС. Регіональні плани управління відходами є важливою складовою цього документа [8].

1.2. Проблема накопичення осадів стічних вод в Україні

В Україні осаді, що утворюються після очищення стічних вод, класифікуються як малонебезпечні (IV клас) і захоронюються на мулових майданчиках, забруднюючи ґрунт, підземні води та повітря. Таке захоронення є шкідливим для навколишнього середовища, незважаючи на те, що осад суворо заборонено зберігати без спеціальних дозволів або умов, його не можна захоронювати на звичайних полігонах, а вимоги до мулових

очисних споруд визначені в українському національному стандарті ДСТУ 8727:2017 [19].

Основною небезпекою при складуванні ОСВ є міграція з них важких металів у ґрунт і водойми. У санітарно-гігієнічному відношенні небезпеку становить не так концентрація важких металів, скільки значення розчинності їх солей, яка залежить від температури, рН середовища та масообмінних процесів [34].

Проблема утилізації та знешкодження осадів стічних вод є загальносвітовою і досі вона повністю не вирішена. За даними ООН, у світі щорічно утворюється близько 9 мільярдів тонн таких відходів, з яких лише 55% піддаються очищенню, а 45% скидаються без очищення. Повторне використання осадів стічних вод має ряд переваг, таких як зниження витрат на утилізацію, збереження природних ресурсів, підвищення енергоефективності, зменшення викидів парникових газів тощо, але на сьогодні не розроблено жодної безвідходної технології переробки ОСВ, яка б дозволила повністю видалити або використати їх. В 2018 році в 26 країнах членах ЄС було вироблено понад 16 млн. тонн сухої маси осаду і цей показник невинно зростає. Згідно статистичних даних 1 людина генерує від 10 до 15 кг сухої маси осаду стічних вод за рік [29].

Впровадження сучасних процесів обробки та переробки осадів та нових технологій набуває ключового значення в технології очищення стічних вод, які містять багато шкідливих речовин таких як: важкі метали, органічні, мінеральні, бактеріальні забруднення. Вони негативно впливають на ґрунтові води, відкриті водойми та повітряний басейн під час часткового анаеробного розкладу на мулових майданчиках та полях фільтрації. В атмосферу виділяється метан, який є парниковим газом. Поліпшити екологічний стан довкілля можна за допомогою переробки свіжих та накопичених протягом багатьох років осадів, оскільки вони водночас є також цінним матеріальним та енергетичним ресурсом і можуть використовуватись в якості вторинної сировини у деяких галузях.

1.3. Основні способи утилізації осадів

Основними способами утилізації осадів стічних вод, що використовують в економічно розвинених країнах Світу (додаток А) є наступні:

- 1) В якості добрива для с-г культур в рідкому, сухому та зневодненому станах – органічні, органо-мінеральні;
- 2) В якості кормів або кормових домішок для тварин та птахів, для отримання дріжджів з активного мулу;
- 3) Як товарні продукти – пірокарбон та технічні жири, активоване вугілля та інші адсорбенти тощо;
- 4) В якості сировини – активний мул використовують у виробництві картону, целюлози тощо;
- 5) Для отримання енергії та біогазу, виділення цінних елементів і металів.
- 6) У виробництві будівельних матеріалів – цегли, асфальтобетону, тротуарної плитки тощо.

1.4. Поширені технології переробки осадів в країнах Світу

В різних країнах використовують різні технології утилізації ОСВ, практично кожна країна вирішує цю проблему по своєму, так, наприклад у Західній Європі, у %: добрива – 35; депонування з наступним скороченням захоронення – 20; спалювання – 5-12; рекультивація ландшафтів – 10. У США: 38 % становлять добрива; 27 – спалювання; до 10 – вивезення на поля; 25 – отримання біогазу [28].

Єдиного підходу у вирішенні цієї проблеми не існує, наприклад, у США та країнах Європейського Союзу основну кількість утворених осадів на даний час використовують у сільському господарстві в якості добрив. Але,

не дивлячись на популяризацію цього виду утилізації відходів, останнім часом він втрачає привабливість, оскільки проведені в різних країнах дослідження показали можливість нагромадження токсичних речовин у ґрунті при їх тривалому використанні, так, зокрема, важких металів, які надходять з осадами та затримуються у верхніх шарах ґрунту. Через це фермери побоюються накопичення на полях шкідливих речовин. В зв'язку з цим в ряді країн використання ОСВ у сільському господарстві практично заборонено, наприклад, в Голландії ще з 1995 р. через токсичність, великий вміст важких металів та інших шкідливих речовин. У цій країні усі ресурси намагаються використовувати з максимальною користю, тому біомасу отриману з відходів сільського господарства, промислових відходів, а також зі сміття та осаду стічних вод голандці використовують для отримання теплової енергії (до 70%) [58].

Привертає увагу також термічна обробка ОСВ та знезараження біологічними методами. Найбільш економічно доцільними і технічно підготовленими до широкого впровадження є методи біотермічної обробки осадів, засновані на компостуванні з різними органічними наповнювачами, такими як тирса, солома, кора, торф. Компостування осаду, як і інших органічних відходів, передбачає обробку органічної речовини аеробними бактеріями, які генерують велику кількість тепла. Компостовану масу нагрівають до 55-65°C і стерилізують. Оскільки найбільш нестабільні частини органічної речовини окислюються в процесі компостування, вся маса стабілізується. Через кілька місяців утворюється гігієнічно безпечне та поживне добриво і компост [27].

У європейській практиці на сьогодні спостерігається тенденція до ліквідації складування осадів та зменшення частки їхнього використання в сільськогосподарській галузі. Набуває розповсюдження спалювання осадів стічних вод у киплячому шарі, незважаючи на жорсткі нормативи для забруднюючих речовин, що викидаються у повітря при спалюванні мулового осаду – Директива 2000/76/ЄС та високу вартість – все більше компаній в

європейських країнах будують сучасні заводи зі спалювання осаду. Також використовуються криогенні технології обробки, такі як газифікація та піроліз. Перевага термічних методів обробки осаду полягає в тому, що вони стерилізують осад від патогенної мікрофлори і дозволяють значно зменшити його об'єм [30].

1.5. Використання осадів стічних вод у будівельній галузі

Багато розвинених країн використовують осад стічних вод як сировину для виробництва бетону, цегли, кераміки, гіпсу, штукатурки та інших будівельних матеріалів. Таке використання має багато переваг, включаючи зниження витрат на утилізацію, збереження природних ресурсів, підвищення енергоефективності та скорочення викидів парникових газів. Однак це також вимагає дотримання певних умов та обмежень щодо якості осаду, безпечного його використання, екології, норм і стандартів, ліцензування та управління.

Одним з найбільших споживачів осадів стічних вод у будівництві є Китай. Вони використовують їх для виготовлення таких будівельних матеріалів, як цегла, бетон та ін. У 2021 році Китай виробив 6,8 млн. тонн осадів стічних вод, з яких 80% були використані у будівництві. Також їх використовують для отримання біогазу, паперу, текстилю, кормів для тварин тощо [2, 4].

Цікавим в цьому напрямку є також досвід Японії, де осад стічних вод використовують здебільшого саме для виробництва будівельних матеріалів. Оскільки Японія не має місця для захоронення відходів, японці впровадили в життя філософію безвідходного існування. Відходи, в тому числі і ОСВ, проходять термічну обробку з послідуєчим використанням у виробництві будівельних матеріалів. У більшості країн світу спалювання відходів вважається неекологічним. Це пов'язано з тим, що сміттєспалювальні заводи забруднюють атмосферу канцерогенними продуктами згоряння. Незважаючи

на це, Японія та США перейшли на сучасний процес спалювання відходів – плазмову газифікацію. За допомогою цього способу, відходи за кілька секунд спалюються потужним потоком плазми температурою вище 1200 С°, в результаті смоли й випаровування в плазмовій камері не утворюються та в атмосферу нічого не викидається. Попіл, що утворився в процесі спалювання ОСВ, спресовують у великі щільні брикети і використовують їх в якості основи для фундаментів висотних будівель. А ще з цих брикетів роблять насипні острови, де потім будують житлові райони, заводи, аеропорти тощо. Приклад такого проекту – острів Одайба в Токійській затоці [4, 7].

Лідером у галузі використання ОСВ як вторинної сировини для будівництва є Ізраїль. 90% осадів, а це приблизно 0,5 млн. тонн, переробляють на спеціальних заводах, де їх знезаражують та просушують з подальшим гранулюванням. Після цього вони використовуються як добриво, але здебільшого вони є сировиною для виготовлення цегли, кераміки, бетону, гіпсу, штукатурки, які мають високу міцність, стійкість до вогню, вологи, термітів, грибків тощо. Такі матеріали використовуються для будівництва житлових та громадських будівель, доріг, мостів, тунелів, парків тощо [4].

Німеччина є однією з лідерів у Європі по використанню осадів стічних вод у будівництві. Наприклад, у 2021 році ця країна виробила 3,1 млн. тонн осадів стічних вод, з яких 60% були використані у будівництві.

Це приклади країн де в галузі будівництва вже використовують технології з використання ОСВ і це є основним видом їх утилізації, але є ще багато країн, які тільки впроваджують або збираються впровадити у життя технологію їх переробки у будівельні матеріали.

Окремі приклади використання ОСВ для виготовлення будматеріалів є і в нашій країні, так, наприклад, в Київській області ОСВ після усереднення використовують у будівництві промислових майданчиків та площадок під автостоянки, в тому числі і важковантажного транспорту. До маси бетону додають ОСВ в кількості 10-20% від загальної маси наповнювача. Це

дозволило частково утилізувати відходи з майданчиків накопичення Київських очисних споруд, зокрема, Бортницької станції. Додавання осаду навіть позитивно вплинуло на механічну міцність бетону. Було зафіксовано її підвищення на 5-10%, в порівнянні з бетоном марки 300. Це пояснюється тим, що ОСВ має зв'язуючий ефект [16].

Осади стічних вод також можна використовувати для рекультивації кар'єрів, шахт, звалищ тощо. При цьому необхідно забезпечити герметизацію, стабілізацію та моніторинг осадів, щоб запобігти їхньому змиванню, розсіюванню та подальшому забрудненню навколишнього середовища.

Є приклади використання відходів очисних споруд у виготовленні загороджувальних конструкцій та парканів. Так, в м. Черкаси місцевим комбінатом будівельних матеріалів використовувався ОСВ в якості добавки до бетонної суміші для виготовлення парканів. Додавали до суміші 5-10% відходів. Це дало змогу утилізувати в 2021 році приблизно 10 тис. тонн в перерахунку на суху масу відходів.

В м. Чернівці використовували ОСВ як компонент у виготовленні тротуарних бордюрів, що застосовували для міських пішохідних тротуарів. До бетонної суміші додавали висушені та усереднені осади у кількості 7% від загальної маси. Одержана продукція відповідає технічним вимогам [58].

Але ці окремі приклади застосування ОСВ не вирішують в цілому проблему відходів в Україні, оскільки практично використовується один спосіб утилізації – складування – приблизно 93% і лише 7% – у сільському господарстві та інших галузях. Це пов'язано з тим, що відходи характеризуються непостійним хімічним складом, вмістом важких металів та не відповідають ДСТУ 7369:2013 «Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрення», що унеможливує їх широке використання у сільському господарстві, а термічна утилізація поки що неможлива через високу вартість, хоча існує багато пропозицій щодо організації цього процесу, створено різноманітне обладнання, яке дозволяє

виконувати його в стаціонарному режимі, в динаміці, в печах з киплячим шаром тощо. Але незважаючи на його відносну простоту, перспективи широкого застосування спалювання поки що є сумнівними, так як навіть не завжди утилізується одержана теплова енергія. Така ситуація з відходами суперечить концепції сталого розвитку, яка передбачає нерозривний зв'язок та збалансованість економічної, екологічної та соціальної складових. Накопичення величезних об'ємів відходів та їх розміщення здебільшого в непередбачених місцях, кількість яких постійно зростає, наносять непоправну шкоду екосистемам. Лише радикальні заходи можуть суттєво поліпшити ситуацію. Одним з них повинна стати глибока переробка цих відходів, спрямована не лише на зменшення їх обсягів, а й на максимальне залучення їхнього енергетичного та ресурсного потенціалу [17, 36].

Оскільки в Україні 2/3 обсягу накопичених осадів за своїм хімічним складом не можуть бути використані у сільському господарстві, а термічна утилізація неможлива з економічних міркувань, виходячи з вимог екобезпеки, запропоновано новий спосіб розміщення осадів у навколишньому середовищі, нешкідливому для нього та корисного для суспільства, – утилізація їх у будівельні матеріали, зокрема, тротуарну плитку.

Перспективним може бути напрям утилізації ОСВ в якості добавки або компоненту до складу сумішей для виготовлення не тільки тротуарної плитки, а й блоків невеликих розмірів, парканів, бордюрів, але цей процес переробки для кожного регіону України може мати свої особливості в залежності від хімічного складу та фізичного стану осаду [1, 39].

Тому доцільно розглянути літературні джерела, які надають інформацію щодо існуючих виробництв будівельних матеріалів, в яких можливо використати ОСВ, зокрема, у виробництві тротуарної плитки.

1.6. Технологічні особливості виробництва тротуарної плитки

Архітектурний вигляд сучасних міст залежить не лише від збудованих будівель та споруд, а й від ландшафтного дизайну, що їх оточує. Не так давно основними матеріалами в благоустрої територій були невиразний асфальт та залізобетон, але завдяки розвитку нових технологій з'явилась можливість надати естетичного вигляду будь-якій території. Найкращим рішенням для благоустрою тротуарів, площ, пішохідних доріжок, житлових комплексів, офісів, магазинів, в кліматичних умовах України, стало використання тротуарної плитки різної конфігурації. Саме тому її виробництво за останні роки швидко зростає, вдосконалюється, перетворившись на самостійну галузь промисловості з великою кількістю підприємств, що випускають широку номенклатуру фігурних елементів мощення [33, 41].

Зростаючий попит виробництва підтверджується такими показниками: якщо в 2000 році обсяг виробництва складав приблизно 4 млн. м², то у 2022 – понад 70 млн м².

Більшість тротуарної плитки, що випускається в Україні, виготовляється з бетоноподібних сумішей. Цьому матеріалу віддають перевагу завдяки його економічності, довговічності та простоті виробництва. Однак у виробництві тротуарної плитки використовують й інші матеріали, наприклад, натуральний камінь, відходи від виробництва кераміки, цегли, скла, а також інші промислові відходи, але значно в меншій кількості.

Найчастіше для виготовлення тротуарної плитки використовується так званий класичний варіант суміші, який складається з цементу, гранітного щебеню, піску, пластифікатору та барвнику (оксиди заліза, керамічні пігменти, кольорові глини тощо), води з подальшим твердінням бетону в природних умовах.

Наприклад, для плитки сірого кольору та його відтінків використовують наступні компоненти:

- портландцемент марки «500» - 20-30%;

- гранітна суміш фракції 5-10 мм - 50-60%;
- митий річковий пісок - 20%;
- пластифікатор за рецептурою заводу – виробника;
- вода від маси цементу - 30-40%.

Технологією передбачається можливість одержання двошарової плитки з розчинів, виготовлених за різними рецептурами: перший шар фактурний, другий – утримуючий. Є два методи отримання плитки – лиття на вібростолі та вібропресування [31].

Перший метод передбачає віброформування виробів в формах на вібростолі. Приготовлений розчин, що має високу рухливість, заповнюють у форми та розміщують на вібростолі. Розмір вібростола 600×500 мм, вібратори майданчикові 99Б на 42 В з регульованими ексцентриками для підбору амплітуди, швидкість обертання ротора 3000 об/хв. Час перебування форми на вібростолі становить 1,5-2 хв., до моменту появи на поверхні суміші білої рідини – так званого «молочка». Відвібрований розчин ретельно затирають. При двошарових плитках вібрується кожен шар окремо. Форми, які пройшли процес вібрування, переносяться на стелажі для подальшого твердіння. Витримка бетону у формах відбувається при температурі не менше 18 °С у природних умовах протягом приблизно 2 діб, час твердіння залежить від температури і рецептури та може зменшуватися до 12 годин. Цьому технологічному етапу виробництва плитки слід приділяти особливу увагу, оскільки плитка повинна бути добре просушена, в іншому випадку, вона буде поганої якості та зруйнується при перших морозах. Щоб перевірити ступінь просушування необхідно постукати плитками одну об одну і якщо звук при цьому буде гучний та дзвінкий, то плитка просушена добре.

Розпалубка плитки з форм проводиться за допомогою гарячої води, температура якої у ванній повинна бути в межах 50°С. Вода постійно підігрівається електротеном. Плитка в формах складається у ванну з гарячою водою одна на іншу до повного її заповнення приблизно на 3-5 хвилин до розігріву форми. Після цього за допомогою пристосування для вибивання, плитка легко виходить з форми і складається [23, 45].

При виготовленні плитки методом лиття продуктивність процесу невисока через відсутність автоматизації процесу, і в залежності від сировинних компонентів, плитка має такі особливості: гладку поверхню, що робить її слизькою, особливо взимку, що і є її головним недоліком; не завжди дотримується геометрична форма виробу, що створює певні проблеми при укладанні; собівартість такої плитки більша за рахунок використання додаткових компонентів, модифікаторів, пластифікаторів для збільшення її морозостійкості.

Другим методом виготовлення тротуарної плитки є вібропресування. У даному методі основне устаткування – вібропрес. Технологічний комплекс методу вібропресування призначений для виготовлення тротуарної плитки різних типів або тротуарних бордюрів. Цей комплекс не є складним і може бути встановлений поблизу або на самих підприємствах, де є сировинні компоненти.

Так, як і при вібролитті, бетонна суміш складається з цементу марки 500 або 400, піску фракції 0,5-1 мм; щебеню фракції 4-8 мм; пластифікатору; аератору. Цей технологічний процес дозволяє одержувати вироби досить широкої кольорової гами, для цього до бетоної суміші додати спеціальні порошкові фарбники. Але додавання великої кількості барвника призводить з часом до втрачання нею міцності та руйнування, тому більш довговічною є проста сіра тротуарна плитка без додавання барвників [35, 53].

Метод вібропресування має такі особливості та переваги:

- він є високопродуктивним та автоматизованим, що дає можливість робити тротуарну плитку з кольоровим шаром;
- економічно вигідним так як бетон має низьке водоцементне співвідношення, що оптимізує витрати цементу і забезпечує високу міцність (M200-M400) і морозостійкість (Mrз 200-300 циклів);
- вироби мають чітку геометричну форму і паралельність поверхонь;
- поверхня вібропресованої плитки має шорстку структуру, що робить її зручною для мощення міських територій, зупинок транспорту, майданчиків для паркування автівок;
- тротуарну плитку виготовлену цим методом можна шліфувати, полірувати тощо.

Важливо відмітити, що тротуарна плитка, незалежно від методу виготовлення, має багато переваг перед іншими покриттями, зокрема:

- технологічність, яка полягає в тому, що її укладання можна здійснювати вручну і максимально швидко;

- екологічність: останні дослідження довели, що асфальтове покриття при нагріванні більше 25⁰С починає виділяти в атмосферу шкідливі випаровування, які можуть містити канцерогенні речовини. Асфальтове покриття розм'якшується, що також створює незручності для користувачів. Тротуарна плитка при природному кліматичному нагріванні не розм'якшується і зберігає міцність, не виділяє летких шкідливих речовин, не порушує природної потреби зелених насаджень у газо- та водообміні. Вищезгадані переваги тротуарної плитки сприяють більш широкому її використанню, що позитивно позначається на зовнішньому вигляді населених пунктів;

- зручність – на поверхні тротуарної плитки не утворюються калюжі, тому що наявність зазорів дозволяє воді вільно проникати крізь плиткові покриття, а також випаровуватися, що виключає накопичення вологи;

- ремонтоздатність та довговічність: термін служби бруківки не менше 25 років, тому що її морозостійкість складає до 300 циклів. Пориста структура дає можливість воді йти через плитку в підкладку, тому її поверхня не руйнується.

- естетичність: колірна гама плитки може бути різноманітною, а її насиченість не зникає з часом.

Дуже важливими особливостями використання тротуарної плитки є її швидка заміна. Тротуарну плитку можна легко розібрати, при необхідності проведення ремонтних робіт, провести необхідні роботи і її ж укласти знову, тому бруківку рекомендується використовувати в міських умовах у місцях, де пролягають підземні комунікації. Слід відмітити, що тротуарна плитка є довговічним будівельним матеріалом – термін служби бруківки не менше 25 років [40, 58].

Огляд та аналіз літературних джерел дозволяє зробити такі висновки.

Проблема утилізації та переробки осадів є загальнопланетарною. Актуальність вирішення цієї проблеми полягає в тому, що накопичення

осадів стічних вод відбувається більш швидкими темпами в порівнянні з переробкою. Це впливає негативно на екологію, погіршує стан ґрунтів і атмосферного повітря.

В економічно розвинених країнах осад стічних вод утилізується максимально (80-90% від загальної маси). В основному за такими напрямками: сільське господарство, одержання біогазу, спалювання, будівництво, виробництво будівельних матеріалів.

В Україні використання і переробка осадів стічних вод поки що не перевищує 5-7% від загальної маси (близько 5% в сільському господарстві, 2% - у будівництві).

Є поодинокі приклади практичного використання осадів стічних вод у виробництві будівельних матеріалів, але відсутня будь-яка інформація щодо їх використання у виробництві тротуарної плитки.

В нашому регіоні відсутня переробка осаду стічних вод, тому доцільно провести дослідження властивостей осаду з метою можливого його використання у виробництві тротуарної плитки.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА «КАНАЛІЗАЦІЙНО-ОЧИСНІ СПОРУДИ» М.КРОПИВНИЦЬКИЙ

Сучасна система водовідведення м. Кропивницький приймає на себе всі забруднені води міста: побутові, промислові та дощові.

Стічні води приймаються через різноманітні санітарно-технічні прилади, встановлені в житлових будинках, громадських та виробничих спорудах, які виводяться в підземні трубопроводи. Стічні води по самопливним колекторам потрапляють на каналізаційні споруди в приймальні ємності через решітки, які затримують великі механічні забруднення. Затримані забруднення 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.

Загальна довжина каналізаційних мереж м. Кропивницький складає 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. Матеріалом труб є азбестоцемент, залізобетон, кераміка, сталь, чавун. Діаметри труб від 100 мм до 800 мм [55]

Очисні споруди м. Кропивницький є частиною системи централізованого водовідведення, яка розпочала свою роботу у 1952 році. 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.

Досі залишились неканалізованими райони: Лелеківки, Старої Балашівки, Масляниківки, Арнаутово, Завадівки, Балки, Кущівки, інші райони, окрім центру, каналізовані частково.

До складу системи водовідведення КВКГ входять: каналізаційні мережі (312,211 км); діючі каналізаційні насосні станції (23 шт.); каналізаційно-очисні споруди; біоставки; поля фільтрації.

Каналізаційно-очисні споруди (КОС) в м. Кропивницький розраховані на продуктивність 60 тис. м³/добу стічних вод, а їх будівництво відбувалось в дві черги. Першу чергу продуктивністю $Q=30$ тис.м³/добу ввели в експлуатацію в 1974 році в складі: камери приймання стоків; відділення ґрат; піскоуловлювачів; первинних та вторинних відстійників; аеротенків; повітродувної насосної станції; піскових та мулових майданчиків.

Другу чергу продуктивністю $Q=30$ тис.м³/добу - в 1990 році в складі: додаткових двох первинних відстійників; додаткових двох вторинних відстійників; додаткового аеротенку; біологічних ставків.

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: мулоущільнювача; резервуара-накопичувача; цеху механічного зневоднення суміші сирого осаду та ущільненого мулу. Проект будівництва установки механічного зневоднення осаду був розроблений харківською будівельною компанією «Полісток».

В 2018 році почалась реконструкція з метою осучаснення очисних споруд, яка вже завершена. Вартість проекту сім мільйонів вісімсот тисяч доларів. Завдяки модернізації КОС оснащена сучасними, унікальними в межах України очисними спорудами. Завдяки цьому відбулася суттєва економія електроенергії, а головне – це позитивний вплив на екологію регіону. Стічні води цілого міста після очищення потрапляють у водойми,

тому вони повинні відповідати гранично допустимим показникам. Для цього була виконана реконструкція первинних відстійників, один з яких переобладнали в дефосфотатор, в якому відбувається початкова стадія очищення стоків від фосфатів. Також були збудовані сучасні будівлі для трансформаторної підстанції, повітрорудки, мулової насосної станції і реагентного господарства. Для максимального усунення з очищених вод фосфатів, ввели в експлуатацію четвертий вторинний відстійник та цех механічного зневоднення осаду.

Реконструкція очисних споруд дала можливість, в першу чергу, скидати у водойми очищені води з гранично допустимими показниками, а також створила умови для практичного вирішення важливої екологічної проблеми України – забруднення водойм фосфатами [55].

Станом на 1 січня 2023 року до складу очисних споруд Кропивницького входять такі об'єкти:

1. Камера приймання стоків;
2. Приміщення ґрат;
3. Горизонтальні піскоуловлювачі;
4. Розподільчі чаші первинних відстійників;
5. Первинні радіальні відстійники;
6. Насосна станція (НС) первинних відстійників;
7. Аеротенки;
8. Розподільча чаша вторинних відстійників;
9. Вторинні радіальні відстійники;
10. Мулоущільнювач;
11. Резервуара-накопичувач;
12. Цех механічного зневоднення осадів (ЦМЗО);
13. Мулові майданчики;
14. Піскові майданчики;
15. Біологічні ставки доочищення;
16. НС дренажних вод;
17. Повітрорудна насосна станція;

- 18.Повітродувна;
- 19.НС зворотного мулу;
- 20.Адміністративно-лабораторний корпус;
- 21.Допоміжні приміщення.

2.1. Технологія очищення стічних вод на каналізаційно-очисних спорудах

Стічні води міста Кропивницький проходять механічне та біологічне очищення. Механічне очищення включає в себе відокремлення грубого сміття, важких мінеральних забруднень та завислих речовин, жирів та інших нерозчинних органічних домішок.

Після реконструкції на всіх етапах очищення стоків відбулися відповідні зміни, основною метою яких є дотримання ГДК забруднюючих речовин.

Вимоги до скидів очищеної води стають жорсткішими, цього вимагає екологічна безпека як нашого регіону, так і держави в цілому. Очищена вода з міських очисних споруд скидається в річку Інгул і в подальшому використовується для господарських та питних потреб населених пунктів Кіровоградської та Миколаївської областей, тому вдосконалення технології та кожного технологічного процесу позитивно вплине на стан водойм і відповідно всього навколишнього середовища.

Робота міських каналізаційних очисних споруд не обмежується лише очищенням стічних вод. Важливою передумовою їхнього ефективного функціонування є також обробка і утилізація утворених при очищенні осадів. Реконструкція очисних споруд передбачає впровадження сучасних процесів, таких як: дефосфатизація, зневоднення осаду, знезараження очищеної води.

Стічні води міста за допомогою тринадцяти каналізаційних насосних станцій перекачуються у приймальні камери очисних споруд, де відбувається їх перемішування і усереднення. Середній об'єм стічних вод, який очищує

на сьогодні КОС – 33 тис. м³/добу. З приймальних камер вони потрапляють у грабельне відділення, в якому відбувається очищення стоків від крупних фракцій та інших предметів.

Далі стоки поступають на піскоуловлювачі, зазвичай працює два з них, а третій знаходиться на профілактиці. Пісок вивозиться на піскові майданчики.

Через водовимірjuвальний лоток, очищена вода від піскової пульпи, поступає до первинних радіальних відстійників для подальшого видалення нерозчинних грубодисперсних речовин у завислому та плаваючому станах. В первинних відстійниках відбувається освітлення стічних вод після решіток і піскоуловлювачів, перед біологічною очисткою. Технологія передбачає 2 первинних відстійники, паралельно з цим відбувається процес дефосфатації у відстійнику, який є третім. Цей процес введено в систему очистки у 2022 році в зв'язку з тим, що стічні води містять значну концентрацію фосфат-іонів, що є небезпечним для природних водойм. Дефосфатор знешкоджує їх майже на 90%. Вищеперелічені процеси складають основу механічного очищення стічних вод [36].

Після первинних відстійників і дефосфатора стічні води надходять у блок біологічного очищення, який складається з аеротенків і вторинних відстійників. При біологічному очищенні застосовують активний мул. Цей процес відбувається у аеротенках. Аеротенки представляють собою залізобетонні резервуари довжиною 120 м з глибиною води 5 м, їх на очисних спорудах м. Кропивницький 3 секції, з яких працює 2, а один резервний. Активний мул з аеротенків – складний гідробіоценоз, який складається з мікроорганізмів, бактерій, грибів, дріжджів тощо.

З повітрорудувної станції в аеротенки подається повітря, що забезпечує насичення киснем стічної води, при цьому активний мул та стічна вода перемішуються, що призводить до росту біомаси активного мулу.

Після аеротенків стічні води потрапляють у вторинні відстійники, які забезпечують осідання та ущільнення мулової суміші. Вторинні відстійники – це круглі резервуари діаметром 40 м, які мають посередині перегородку,

що рухається. З аеротенків на вторинні відстійники подаються стоки з відпрацьованим мулом, де відбувається відокремлення відпрацьованого мулу від води. Від первинних відстійників вторинні за будовою не відрізняються. На очисних спорудах є 3 вторинних відстійника, з яких два працюють, один – в резерві.

Очищена вода з вторинних відстійників відводиться на біологічні ставки, а мул видаляється мулососами до насосної станції аеротенків. Звідки третина відпрацьованого мулу повертається до першого коридору аеротенків, а решта направляється на зневоднення або на мулові майданчики. Завдяки реконструкції збудовано споруду для реагентного господарства, в якій, за необхідності, буде проводитись знезараження очищеної води гіпохлоритом натрію, після чого біологічні ставки площею 40 га будуть виведені з експлуатації. Сучасна технологічна схема очищення стічних вод на КОС м. Кропивницький представлена в Додатку Б.

За даними лабораторії від одного мешканця міста в середньому надходить 120 г забруднень за добу, приблизно 40 г з яких осідає як мул первинного відстійника, а 35 г – як надлишковий. Отже, кількість забруднюючих речовин, оброблених у вигляді осаду, становитиме приблизно 75 г, або 62,5% від їх загальної кількості.

В результаті очищення стічних вод утворюється осад, який становить приблизно 1-3% від об'єму стічних вод, в яких сконцентрована основна маса домішок та забруднюючих речовин. В таблиці 2.1 приведена характеристика осадів та джерел їх утворення на КОС м. Кропивницький.

Таблиця 2.1 – Джерела утворення осадів та їх характеристика

Вид технологічного обладнання	Назва осаду	Загальна характеристика
Грати	Грубе сміття	65 % папір, 25% з ганчір'я, 10% деревина, 4% пластик, інші забруднення 6% з вологість 80%. Вивозиться на сміттєзвалище
Пісколовки	Пісок	мінеральні частинки (пісок) до 90%, бите скло, подрібнена цегла тощо вологістю приблизно 60%, який переміщують на піскові площадки, де він підсушується і стає придатним для подальшого використання
Первинні відстійники	Сирий осад	суспензія сіруватого кольору з неоднорідним складом, з високим вмістом органічних речовин (до 70%), може мати в складі сполуки алюмінію, кремнію, заліза, канцерогені речовини. В осаді знаходяться частинки розміром від 1 мкм до 10 мм. Вологість – 95%, яка викликає його швидке загнивання.
Вторинні відстійники	Активний мул	суспензія вологістю приблизно 99,7%, пластівці якого мають в своєму складі аеробні бактерії та мікроорганізми з дрібними забрудненнями розміром менше 1мм, в основному органічного походження (50 % білкових речовин, до 30 % жирів та до 10 % вуглеводів). Частина цього мулу повертається до аеротенків, а інша частини (надлишковий мул) направляється до цеху механічного зневоднення, після чого - на мулові майданчики.

Осади після очищення каналізаційних стоків упродовж багатьох років скидаються на фільтраційні поля та мулові майданчики, загальна площа яких на сьогодні більше 40 га, вони знаходяться у селі Первозванівка Кропивницького району. Їх накопичення створює екологічно небезпечну ситуацію, оскільки призводить до забруднення підземних вод, повітряного басейну і може привнести свою частку у явище «парникового ефекту» через виділення метану. Забруднюється також прилегла до мулових майданчиків територія. Процеси, що відбуваються в самому мулі під час дощу, є також екологічно небезпечними так як мул містить органічні сполуки, жирні

кислоти та сполуки важких металів, які під час розбавлення водою можуть утворювати шкідливі речовини, до того ж мають дуже неприємний запах.

Тому впровадження сучасного процесу переробки осаду є технологічним рішенням, що позитивно позначиться на екології регіону, крім того з'явиться можливість корисного його застосування, наприклад, у виробництві такого будівельного матеріалу як тротуарна плитка. Звільнену територію, яка знаходилась під муловими майданчиками, можна буде рекультивувати і засадити деревними породами або іншими культурами.

На очисних спорудах цілодобово відбувається автоматизований відбір проб води для хімічного аналізу на всіх етапах очищення, що дозволяє суворо контролювати відповідність очищених вод нормам ГДК. Показники очищення стоків наведено в Додатку В. Дані свідчать про різноманітний хімічний склад стічних вод, який позначається і на властивостях осаду, що утворюється після їх очищення. В його складі також будуть присутні важкі метали, складні хімічні сполуки органічного та мінерального походження у вигляді колоїдних частинок, тонкодисперсні механічні домішки тощо.

На каналізаційно-очисній станції працює новий цех зневоднення осадів. Цей процес очищення стоків відбувається на сучасному обладнанні за новітніми стандартами, в результаті чого об'єм осадів від очистки стічних вод, значно зменшується (приблизно у 12 разів).

2.2. Характеристика цеху механічного зневоднення осадів міських очисних споруд

На каналізаційно-очисній станції м. Кропивницький зневоднення осадів відбувається в механічному цеху за допомогою двох декантерних центрифуг німецької фірми GEA марки Westfalia separator prime 6000, одна з яких має продуктивність $Q=0,8-4$ м³/год, а друга $Q=5,5-62$ м³/год. (Додаток Г).

Завдяки універсальності компанії декантери GEA можуть використовуватись для вирішення широкого спектру технологічних завдань – від освітлення до сепарації.

Сучасні декантерні центрифуги безперервної дії призначені для 3-х фазного розділення промислових рідин, емульсій, суспензій, в тому числі і осадів стічних вод, на складові з виділенням молекулярнозв'язаної рідини під дією відцентрових сил [1].

Основною частиною центрифуги є барабан, який обертається навколо своєї осі на горизонтальному валі з частотою 3600 обертів за хвилину, за рахунок чого утворюються відцентрові сили до 20000 g. Усі частини центрифуги, що контактують з продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі.

Перевагами декантерних центрифуг GEA є:

- мінімальне енергоспоживання;
- інноваційний регульований спіральний привід з функцією GEA summationdrive з інтелектуальною кінематикою для високих диференціальних швидкостей і крутних моментів;
- висока ефективність приводу, оскільки двигун зі змінною швидкістю подає енергію і не гальмує;
- дуже чутливе регулювання крутного моменту, навіть за коливань умов подачі;
- автоматичне регулювання диференціальної швидкості завдяки частотно-регульованому двигуну зі змінною швидкістю;
- стаціонарна чаша;
- м'яка геометрія подачі для оптимальної флокуляції та низького зносу;
- невелика потреба в просторі, легкий доступ до всіх компонентів та простота у експлуатації та обслуговуванні;
- редуктор із високим крутним моментом;
- виведення рідини: вільний гравітаційний розряд або під тиском.

Для кращого зневоднення осаду обов'язково використовують флокулянт полімерний поліакриламід фірми Bukoflock CP-88.

Принцип роботи центрифуги оснований на різниці щільності речовин, що входять до складу осаду: тверді частинки, які є щільнішими –

притискаються до внутрішньої поверхні барабану, осідаючи на ній, а рідина, що при цьому утворюється під дією відцентрової сили проходить через шар осаду та видаляється назовні.

Можна виділити наступні процеси розділення суспензій в центрифугах: відцентрові фільтрування, відстоювання та освітлення.

Відцентрове фільтрування є процесом розділення суспензій в центрифугах з дірчастими барабанами. Внутрішня поверхня такого барабану покрита фільтрувальною тканиною. Суспензія відцентровою силою відкидається до стінок барабану, при цьому тверда фаза залишається на поверхні тканини, а рідина під дією відцентрової сили проходить через шар осаду і тканини та видаляється назовні через отвори у барабані .

Відцентрове фільтрування складається з наступних послідовно протікаючих фізичних процесів: фільтрування з утворенням осаду; ущільнення осаду; видалення з осаду рідини, яка втримується молекулярними силами.

За допомогою відцентрового фільтрування досягається високий ступінь зневоднення осаду – до 20 %.

Зневоднений осад, так званий кек, по мірі накопичення вивозиться на мулові майданчики. За добу такого зневодненого осаду утворюється від 4 до 8 м³. Виділена після зневоднення вода або фугат подається на доочистку.

Для осадів, які утворюються на очисних спорудах населених пунктів, характерні низькі показники водовіддачі, що заважає їх інтенсивному зневодненню. Для поліпшення цього показника до осаду додають флокулянти, які змінюють їх структуру шляхом укрупнення твердих частинок. Для зневоднення осадів стічних вод широко застосовують поліакриламід, тому що він нетоксичний, легко полімеризується іншими мономерами і дозволяє досягати більш глибокого і швидкого зневоднення [42].

2.3. Основні фізико-хімічні показники осадів стічних вод

Осад характеризується такими показниками як хімічний склад, концентрація завислих речовин, щільність, масова частка вологи (%),

в'язкість, текучість, водовіддавальні властивості, бактеріальна забрудненість осаду.

Осади стічних вод є водними суспензіями з об'ємною концентрацією полідисперсної твердої фази від 0,5 до 10 %. Вони відносяться до класу важкозневоднюваних полідисперсних суспензій, волога в них знаходиться в хімічному, фізико-хімічному та фізико-механічному зв'язку з твердими частинками, а також у вільному стані. Такі осади поділяються на первинні та вторинні.

До первинних осадів відносять грубодисперсні домішки, які знаходяться в твердій фазі й виділені з води методами механічного очищення: проціджуванням, фільтрацією або осадженням у відцентровому полі. До вторинних осадів відносять домішки, що спочатку знаходяться у воді у вигляді колоїдів, молекул та іонів, але в процесах біологічного або фізико-хімічного очищення води, або обробки первинних осадів утворюють тверду фазу.

За даними досліджень осадів проведених в лабораторії СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград» до складу осадів нашого міста входять такі хімічні елементи табл. 2.3.1.

Таблиця 2.3.1 – Вміст хімічних елементів в ОСВ КОС за даними аналізів лабораторії СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград»

Назва показника	Нормативне значення показника (мг/кг)	Результат вимірювань (мг/кг)
Миш'як	Не більше 2,0	0,906
Кадмій	Не більше 3,0	0,865
Кобальт	Не більше 5,0	2,538
Хром	Не більше 6,0	5,145
Мідь	Не більше 3,0	3,00
Марганець	Не більше 1500,0	131,25
Нікель	Не більше 4,0	3,45
Свинець	Не більше 32,0	4,04
Цинк	Не більше 23,0	16,54
Нітрати	Не більше 130,0	112,68
Нафтопродукти	Не більше 500,0	8,25
Амоній обмінний	Не нормується	8,84

Для міських стічних вод кількість забруднень органічного походження складає 45-58 %. Мінеральні речовини і забруднення становлять відповідно 42-52 %. За даними лабораторних досліджень склад мулу приблизно такий: до 50 % білкових речовин, до 30 % жирів та до 10 % вуглеводнів.

Всі види осаду, окрім забруднень з ґрат і осаду з піскоуловлювачів, містять 90-99% рідини, з якої – вільної приблизно 65% і зв'язаної 35%, яку розділяють на колоїдно-зв'язану – 22-30% і механічно зв'язану (гігроскопічну) – 4-10%. Вона характеризується низькими показниками водовіддачі, що ускладнює їх інтенсивне зневоднення [53].

Елементний склад сухої речовини осадів змінюється в широких межах. У сухій речовині осадів первинних відстійників міститься у %: С – 35-38; Н – 4,5-8,7; S – 0,2-2,7; N – 1,8-8,7; O – 7,6-35,4, а 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.

В склад осадів входять також сполуки Si, Al, Fe, Mg, K, Na, Zn, Cr, Ni, Ca, тощо (табл.2.3.2).

Таблиця 2.3.2 - Хімічний склад мінеральної частини осаду

Вміст, %	Тип осаду		
	З первинних відстійників	Активний мул	Зброджена суміш осаду первинних відстійників і активного мула
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

Осади стічних вод містять також і інші сполуки та мікроелементи, окрім приведених в таблиці.

Отже, осад стічних вод є відходом, який утворюється внаслідок здійснення технології очищення стічних вод на міських очисних спорудах і який транспортується на мулові майданчики. На підприємстві відсутня будь-яка технологічна переробка осаду як з мулових майданчиків, так і безпосередньо від центрифуг у відділенні зневоднення на очисних спорудах.

Тому доцільно провести дослідження щодо використання осаду з міських очисних споруд в якості можливого компонента такого будівельного матеріалу як тротуарна плитка. Вона є досить популярною при облаштуванні різних за призначенням територій: пішохідних тротуарів, паркових зон, прибудинкових та офісних територій тощо. На існуючому виробництві тротуарної плитки в м. Кропивницькому використовують такі сировинні матеріали: цемент М400 або М500 (20-25%), пісок річковий, дрібний та середній щебінь (45-65%) з гранітного кар'єру, вода (25-30%), пластифікатор або інші добавки (до 1%).

Наповнювачем у цій суміші є піщано-гравійна суміш, частину якої теоретично можливо замінити на осад. В цьому є як економічна, так і екологічна доцільність. Осад, що утворюється при очищенні стоків являє собою(є) суміш, що складається з осаду від відстійників (його найбільше в перерахунку на масу) та осаду з аеротенків і дефосфатора, так званого мулу. На зовнішній вигляд, осад є достатньо однорідною масою темно-сірого, або чорного кольору з включеннями у вигляді часток (комків) неправильної та шаровидної форми, але за хімічним складом не є однорідним. Хімічний склад визначають для певної маси осаду (партії), наприклад, за добу або робочий тиждень, на практиці користуються усередненим хімічним складом. Вологість осаду також не є постійною величиною.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення оптимальної частки осаду в складі суміші дослідних зразків тротуарної плитки

Дослідження були проведені в такій послідовності: спочатку сформували дослідні зразки, потім визначали їх властивості.

За основу при формуванні лабораторних зразків був прийнятий типовий склад суміші для тротуарної плитки, який використовується найчастіше у її виробництві (%): цемент 20-25, наповнювач (пісок+гравійна суміш) 50-55, вода 30.

Дослідні зразки були сформовані з маси в якій пісок та гравійну суміш поступово заміщували на рівноцінну кількість осаду. При цьому враховували вміст вологи в осаді та масу самого осаду.

При виготовленні дослідних зразків частку осаду (ОСВ) визначали ваговим (гравіметричним) методом кількісного хімічного аналізу, який заснований на точному вимірюванні маси речовини. Точність методу висока: 0,1-0,01%. Перевагами гравіметричного методу є: відтворюваність результатів, мінімальна оклюзія, термічна стабільність, неоксидованість висушеного осаду [46].

Всі компоненти суміші були розраховані (пісок, цемент, ОСВ). Наповнювач (пісок + гравійна суміш) заміщували на ОСВ в кількості 10, 15 і 20% від загальної маси суміші і таким чином були приготовлені три варіанти плиточних мас.

При цьому був використаний ОСВ безпосередньо від центрифуг з відділення зневоднення осадів, так званий кек. За визначенням лабораторії СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград» його вологість 20%. Були виготовлені також і зразки плиток без ОСВ для порівняння показників.

Компоненти зважували на лабораторних вагах, ретельно перемішували в сухому стані, а потім поступово додавали воду. Дослідні зразки тротуарних

плиток були виготовлені в лабораторії кафедри екології та ОНС. Для цього була використана спеціальна форма так звана «формувальна сітка» з 20 форм. Масою повністю заповнювали форми, для її ущільнення застосовували вібрацію, яку створювали легким постукуванням по сітці. Сформовані плитки у сітці залишали у стані спокою при температурі 15-20⁰С на добу, але через 12 і 24 години робили візуальний огляд. При цьому показником якості була відсутність вологи на поверхні зразків в першу добу після їх формування. Наявність вологи перевіряли звичайним хімічний фільтрувальним папером.

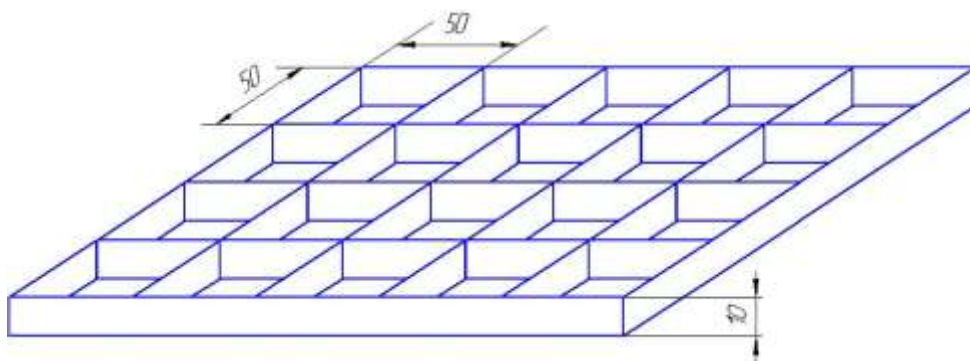


Рис. 3.1. Формувальна решітка

3.2. Визначення міцності зразків дослідних плиток на стискання

При визначенні міцності використали дві методики: перша – для дослідних зразків в лабораторії кафедри екології «Метод серій. Визначення міцності для лабораторних зразків»; друга – «Метод визначення міцності за контрольними зразками згідно з НТД ДСТУ Б В 2.7.-238-2010 «Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови».

Згідно першого методу виготовили серію зразків – 20 плиток за однакових умов, на десяту добу плитки перевіряли на міцність відповідними різновагами. Для цього на сформовані плитки розміром 50x50x10 мм клали спеціальні вантажі у формі паралелепіпедів з основою 50x50 мм, але різної

висоти, їх вага в перерахунку на величину тиску в $\text{кг}/\text{см}^2$ відповідала таким показникам (рис. 3.2):

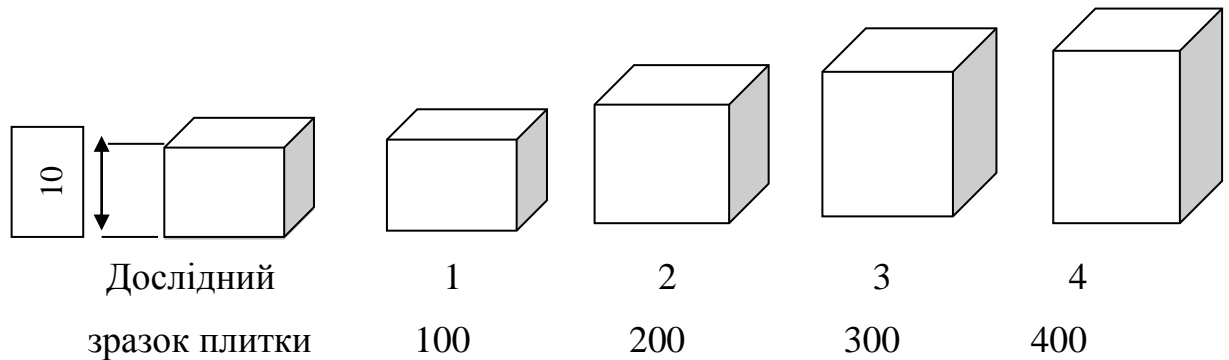


Рис. 3.2. Вантажі для перевірки зразків плитки на міцність

Крім цього були використані металеві плитки товщиною 1 або 2 мм, вага яких в перерахунку відповідала 10, 20 $\text{кг}/\text{см}^2$, які додавались до набору грузів.

Площа грузу відповідала площі зразка – це забезпечило рівномірне навантаження на кожний см^2 . Вантаж обережно клали на дослідний зразок і витримували 10 хв. Потім візуально оглядали плитки і робили висновки. При цьому відмічали зміну лінійних розмірів та цілісність поверхні зразків плиток. Визначення міцності дослідних зразків на десяту добу є орієнтовним, тобто таким, що підтверджує доцільність подальших досліджень, або не підтверджує.

Якщо зразок витримував груз №1 без руйнувань, його перевіряли грузом №2.

В разі необхідності застосовували додаткові грузи, що відповідали збільшеному навантаженню.

Орієнтовну міцність оцінювали показником: «витримав» навантаження або «не витримав». Якщо зразок витримував навантаження, доцільно було проводити з ним в подальшому дослідження. В технологічному розумінні десята доба витримки будівельної маси є контрольною, практично вона відповідає 40-60% міцності в кінцевому варіанті.

Методом визначення міцності за контрольними зразками згідно з НТД ДСТУ Б В 2.7.-238-2010 «Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови» визначали міцність дослідних зразків в лабораторії підприємства «Кіровоградський завод будівельних матеріалів №1». При цьому були використані наступні матеріали та апаратура:

- прес гідравлічний (ПГП 2095А-ВМ);
- лінійка вимірювальна металева;
- штангенциркуль;
- пластина металева або скляна розміром 270x150x5 мм;
- пластина гумова товщиною 5-10 мм;
- картон товщиною 3-5 мм;
- вода технічна;
- пісок кварцевий;
- портландцемент М400, або шлакопортландцемент, або портландцемент з мінеральними добавками.

Зразки виготовляли у формі куба розміром 7x7x7 см. Розчин для зразків приготували з таких масових частин: 20% ОСВ, 20 % цемент марки 400, 30 % пісок. Суху суміш просіювали через сито № 1,25, додавали воду, ретельно перемішували і потім цією масою заповнювали металеву форму, яку встановлювали на металеву пластину розміром 270x150x5 мм. Через 30 хв. форму перевертали і встановлювали знову на пластину. Ця дія потрібна для того, щоб поверхні зразків були ідеально рівними. Зразки витримували 14 діб в камері при температурі $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря 60-80%.

Перед випробуванням зразків на стиск, вимірювали лінійкою і штангенциркулем з точністю до 1 мм протилежні поверхні зразків. За розмір для розрахунку приймали середнє арифметичне двох протилежних сторін. Площу зразка визначали як добуток довжини двох сторін.

Міцність визначали за формулою:

$$R=P/F \quad (3.2)$$

де Р – найбільше навантаження при випробуванні зразка, (кгс);

F – площа зразка, яку рахували як середнє арифметичне площ верхньої і нижньої її поверхонь, см².

Для розрахунку міцності на стискання зразків кубів враховували поперечний коефіцієнт, значення якого наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення поперечного коефіцієнту відповідно до розмірів ребра куба

Розмір ребра куба, мм	Коефіцієнт
200	1,05
150	1,00
100	0,95
70	0,85
від 40 до 50	0,75

3.3. Дослідження водопоглинання зразків плитки

Визначення водопоглинання виконували за методикою НТД ДСТУ Б В 2.7.-238-2010 «Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови. Методи визначення водопоглинання за контрольними зразками».

Дослідження зразків на водопоглинання проводили в лабораторії кафедри екології та ОНС.

За величину показника водопоглинання приймають середнє значення з 5 і більше зразків.

Водопоглинання визначали для дослідних зразків тротуарної плитки виготовлених з додаванням ОСВ і без них. Застосовували загальноприйнятий метод для більшості будівельних матеріалів – метод «кип'ятіння». Для цього було відібрано по три зразки плиток від кожної маси, на яких позначили маркером номер, зважили їх та помістили в металеву ємність, після чого їх повністю залили водою. Ємність закривали кришкою та нагрівали на

електроплитці. Фіксували початок закіпання води та кип'ятили 30 хвилин, потім ємність охолоджували до кімнатної температури, виймали плитки та знімали зайву вологу фільтрувальним папером і знову зважували. Водопоглинення визначали за формулою:

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100\% \quad (3.3)$$

де m_1 – маса зразка до кип'ятіння, г;

m_2 – маса зразка після кип'ятіння, г.

РОЗДІЛ 4

ОСНОВНА ЧАСТИНА

4.1. Визначення оптимальної маси осаду в складі дослідних зразків тротуарної плитки

У відповідності з «Методикою формування дослідних зразків плиток» були приготовлені 4 дослідних маси з 0, 10, 15, 20% вмістом ОСВ, їх склад приведений в табл. 4.1.1

Таблиця 4.1.1 – Склад формувальної маси для виготовлення дослідних зразків тротуарної плитки

Маса	Компоненти суміші для приготування маси, %	Маса компонентів в грамах, розрахована на 1 кг суміші
№1	Цемент марки 400 – 20 Піщано-гравійна суміш – 40 ОСВ – 10 Вода – 30	200 400 \pm 1 100 \pm 2 300 \pm 2
№2	Цемент марки 400 – 20 Піщано-гравійна суміш – 35 ОСВ – 15 Вода – 30	200 350 \pm 2 150 \pm 2,5 300 \pm 2
№3	Цемент марки 400 – 20 Піщано-гравійна суміш – 30 ОСВ – 20 Вода – 30	200 300 \pm 1 200 \pm 3 300 \pm 2
№4 без ОСВ	Цемент марки 400 – 20 Піщано-гравійна суміш – 50 Вода – 30	200 500 \pm 1 300 \pm 2

При цьому був використаний осад, склад якого по даним лабораторії очисних споруд СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград» приведений в табл. 4.1.2.

Таблиця 4.1.2 - Характеристика осаду

Показники	Числове значення, %
Вміст води після видалення води у відділенні центрифуг	20
Вміст води осадів з мулового майданчику	65-90
Вміст сухої речовини, (після обробки проби осаду при 110 ° С протягом 30 хв.)	55-80
Хімічний склад:	
Органічні речовини	20-35
Хімічні елементи у сухій речовині:	5-25
Кальцій, магній (Ca, Mg)	1-10
Фосфор (P), Нітроген, Сульфур	0,5-5
Залізо	0,2-1
Кадмій, селен	0,1-7,5
Інші	

Дослідні зразки в кількості 4 (по одному від кожної маси) витримували в однакових умовах протягом 16 годин. Починаючи з 8 годинної витримки зважували через кожні 2 години. Відмічали зміну маси дослідних плиток, тобто цим показником характеризували процес набирання твердості. Результати представлені в табл. 4.1.3.

Таблиця 4.1.3 – Характеристика процесу набирання твердості дослідними зразками

Вміст ОСВ	Маса плиток, г			
	Початкова маса, г	години	Маса після твердіння, г	Δm , г
1	2	3	4	5
10%	50,5	8	50,0	0,5
		10	49,3	1,2
		12	48,8	1,7
		14	48,5	2,0
		16	48,4	2,1
15%	50,2	8	49,9	0,3
		10	48,7	1,5
		12	48,2	2,0
		14	48,0	2,2

Продовження табл. 4.1.3

1	2	3	4	5
20% ОСВ	50,4	16	47,9	2,3
		8	50,1	0,3
		10	48,9	2,5
		12	48,3	2,1
		14	48,2	2,2
		16	48,2	2,2
0 % ОСВ	51,2	8	50,7	1,5
		10	49,8	1,4
		12	49,2	2,0
		14	49,0	2,2
		16	48,7	2,5

Аналізуючи дані таблиці та графіку рис. 4.1 вибрали оптимальний вміст осаду в дослідних зразках – 20%.

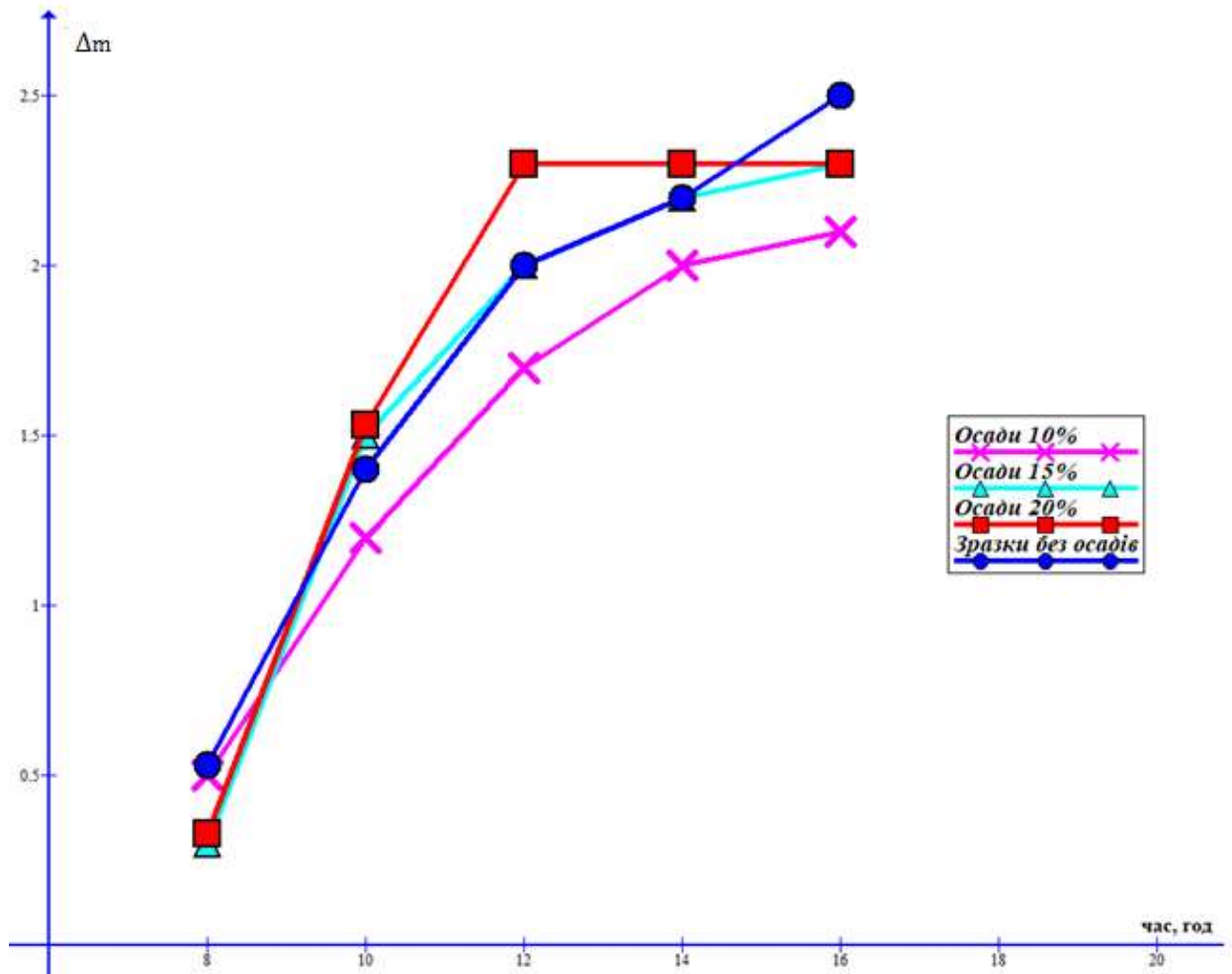


Рис. 4.1. Залежність процесу твердіння зразків плиток від часу

4.2. Визначення міцності дослідних зразків

Міцність визначали для дослідних зразків згідно методики «Методи визначення міцності за контрольними зразками згідно з НТД ДСТУ Б В 2.7.-238-2010 Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови». Результати приведені в табл. 4.2.2. Але попередньо визначили орієнтовну міцність лабораторних зразків у відповідності з методикою «Метод серій. Визначення міцності для лабораторних зразків», яка принята Мінрегіонбудом України, 2011. Результати приведені в таблиці 4.2.1.

Таблиця 4.2.1 – Результати визначень зразків плиток на стискання

Дослідні зразки	Вміст осаду у складі тротуарної плитки, у %	Стиск зразків після 10 діб зміцнення (в координатах – витримав +, не витримав -)					Примітка
		№1	№2	№3	№4	№5	
1	10	+	+	+	-	-	Руйнування зразків, які не витримали навантаження було ідентичним у вигляді двох або трьох тріщин, які розпочинались з центру зразка
2		+	+	-	-	-	
3		+	+	+	-	-	
1	15	+	+	+	-	-	
2		+	+	+	-	-	
3		+	+	+	-	-	
1	20	+	+	+	-	-	
2		+	+	-	-	-	
3		+	+	+	-	-	
1	Без додавання осаду	+	+	+	-	-	
2		+	+	+	-	-	
3		+	+	+	-	-	

Міцність зразків розраховували за формулою (3.2), значення показника з урахуванням поправочного коефіцієнта наведено в таблиці 4.2.2.

Таблиця 4.2.2 – Визначення міцності дослідних зразків з урахуванням поправочного коефіцієнта

№ п/п		Без осадів	10% ОСВ	15% ОСВ	20% ОСВ
1	2	3	4	5	6
1	F	49,2	49,1	49,0	49,2
	R	393,6	410,2	418,2	425,1

Продовження табл. 4.2.2

1	2	3	4	5	6
2	F	49,1	49,2	49,2	49,1
	R	394,2	410,1	417,6	428,8
3	F	49,1	49,2	49,2	49,1
	R	394,4	417,5	411,5	430,1
4	F	49,1	49,1	49,2	49,2
	R	395,1	411,4	417,8	430,1
5	F	49,2	49,1	49,2	49,2
	R	395,3	411,8	418,1	430,2

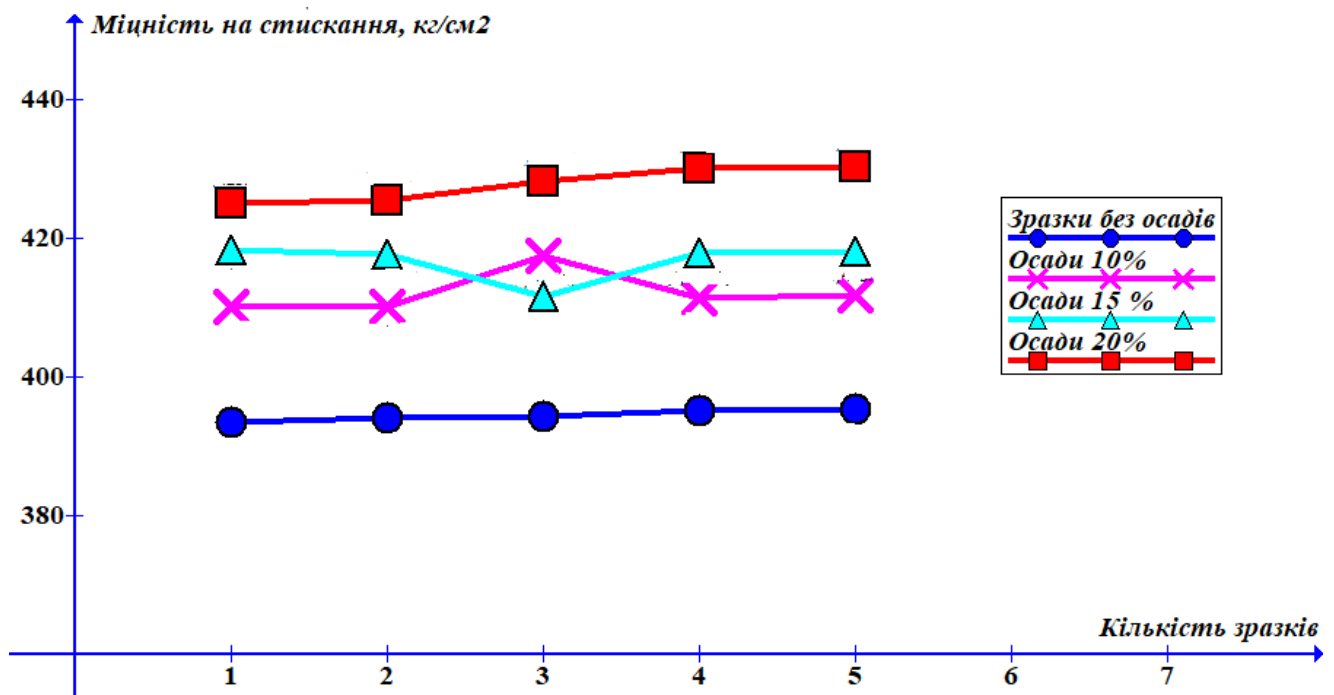


Рис. 4.2. Порівняльна характеристика міцності на стискання дослідних зразків

Аналіз таблиці 4.2.2 та графічних залежностей на рис. 4.2 підтверджує, що міцність дослідних зразків з вмістом ОСВ 20% має найвищі показники.

4.3. Визначення водопоглинання дослідних зразків плиток

Всі будівельні матеріали, розраховані на застосування в умовах природнього середовища, в тому числі і тротуарну плитку, досліджують на

водопоглинення. Це дослідження передбачено НТД за якими виробляють ці будівельні матеріали.

Цей показник характеризує здатність будівельного матеріалу не руйнуватись при використанні в умовах частих змін чинників навколишнього середовища, зокрема, температури і вологості повітря.

Визначення водопоглинання проводили у відповідності з методикою кип'ятіння зразків. Водопоглинення визначали за формулою (3.3).

Результати приведені в табл. 4.3.1.

Таблиця 4.3.1 – Значення показників водопоглинання для зразків дослідних плиток

Маса суміші	Маса зразку плитки до кип'ятіння	Маса зразку плитки після кип'ятіння	Водопоглинання зразка, W у %	Середнє значення водопоглинання, W
№1	1. 37,50	40,19	7,0	6,8
	2. 37,70	40,30	6,8	
	3. 38,15	40,26	6,6	
№2	4. 37,81	40,32	6,6	6,6
	5. 37,69	40,41	6,7	
	6. 37,72	40,29	6,5	
№3	7. 37,81	40,35	6,5	6,4
	8. 37,80	40,28	6,3	
	9. 37,79	40,45	6,4	
маса без ОСВ	10. 37,85	40,63	7,3	7,2
	11. 37,91	40,72	7,4	
	12. 38,12	40,77	7,0	

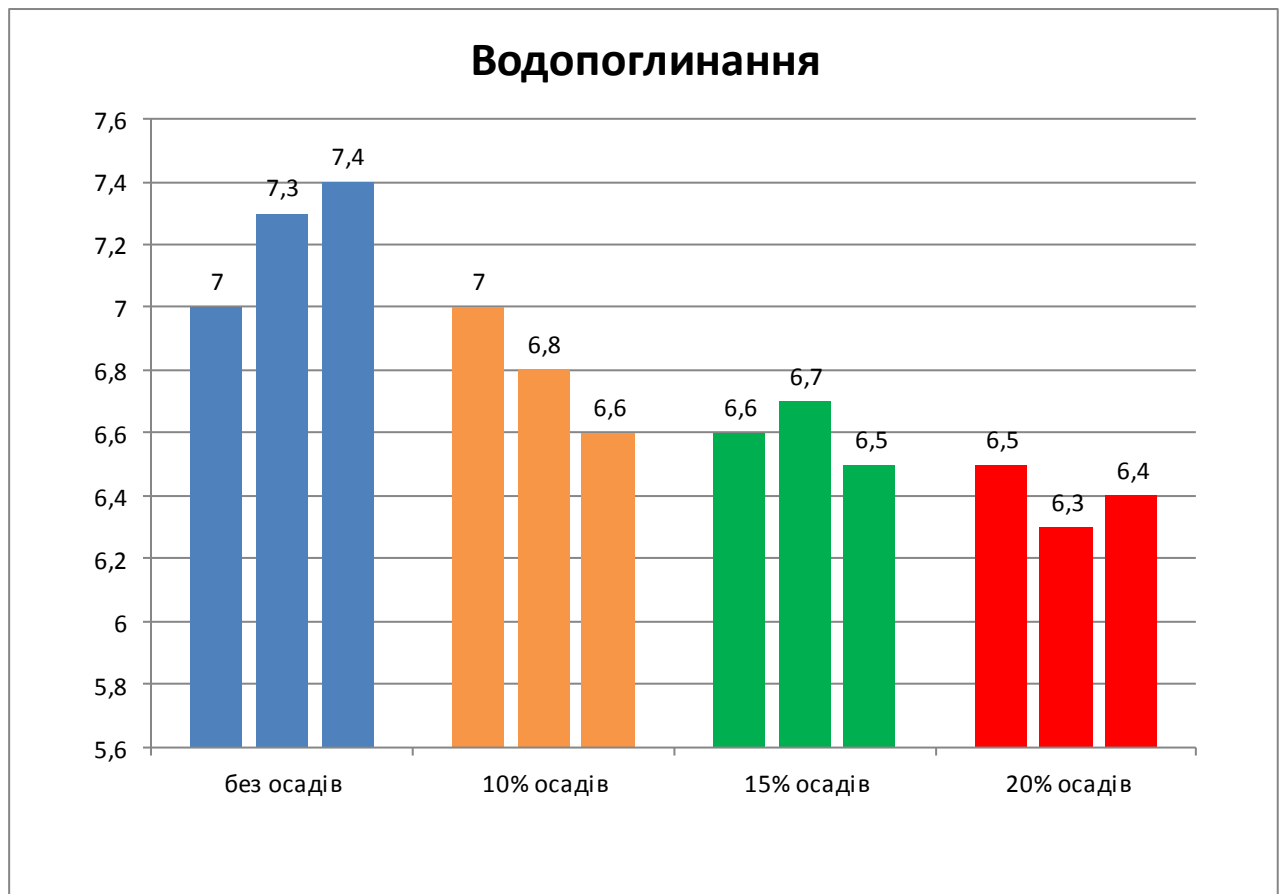


Рис. 4.3.1. Порівняльна характеристика водопоглинання дослідних зразків

Виконані лабораторні дослідження підтвердили доцільність використання осаду стічних вод у виготовленні тротуарної плитки. Оптимальний вміст осаду 20%. Дослідні зразки мали такі властивості: міцність на стискання в межах 393,6-430,2 кг/см², водопоглинання 6,3-6,5%.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на підприємстві та в цеху зневоднення осаду

Реконструкція очисних споруд за участі ЄБРР, яка розпочалася у 2018 році і вже завершена, дозволила провести майже повну автоматизацію технологічного процесу очистки стічних вод та зневоднення осаду, що значно зменшило контакт працівників з обладнанням та шкідливими речовинами.

Але все-одно існують роботи на станції та у лабораторії, які неминуче пов'язані з потенційно небезпечними та шкідливими факторами.

При експлуатації споруд очищення стічних вод, розробці нових технологічних процесів та видів обладнання можливий вплив на працівників наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

а) фізичних:

- машини, що рухаються, і механізми (при обслуговуванні насосних станцій, центрифуг тощо);
- рухливі частини виробничого устаткування (при обслуговуванні споруджень механічного, біологічного очищення стічних вод і обробки осаду);
- робота в колодязях, каналах;
- підвищена загазованість повітря робочої зони (колодязів, колекторів, каналів; можливий витік газів з балонів, цистерн);
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони (при обслуговуванні каналізаційних мереж, споруджень механічного, біологічного очищення стічних вод і обробки осаду, при охолодженні оборотної води);
- підвищена вологість повітря робочої зони (при обслуговуванні насосних станцій, споруджень механічного і біологічного очищення стічних вод - аеротенків);

- підвищена або знижена рухливість повітря робочої зони при обслуговуванні каналізаційних мереж;

б) хімічних:

- токсичні речовини (хлор, гіпохлорит натрію, реагенти лабораторного відділення), які потрапляють в організм людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки. Це відбувається при обслуговуванні насосних станцій, споруд механічного і біологічного очищення стічних вод, при їх знезараженні;

в) біологічних:

- патогенні мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності (при обслуговуванні насосних станцій, споруджень механічного і біологічного очищення стічних вод і обробки осаду, при знезараженні стічних вод).

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони об'єктів очищення стічних вод не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій, встановлених відповідними нормативними документами, затвердженими в установленому порядку.

Внаслідок отруєння каналізаційними газами щороку в країні реєструють нещасні випадки зі смертельними наслідками, які сталися при виконанні робіт з ремонту й експлуатації водопровідних та каналізаційних мереж, колекторів, колодязів. Більша частина з яких – групові.

Аналіз цих нещасних випадків дав можливість зробити висновки, що їх основними причинами є:

- незадовільний стан вентиляційних систем у каналізаційно-насосних станціях;

- незабезпеченість або невикористання працівниками засобів індивідуального захисту, запобіжного та захисного інвентарю;

- незадовільна організація проведення ремонтних та аварійних робіт на каналізаційних спорудах;

- допуск до виконання роботи некваліфікованих працівників, без проведення відповідного навчання з питань охорони праці, без оформлення наряду-допуску;

- невиконання вимог інструкцій з охорони праці та виконання робіт із грубими порушеннями вимог безпеки праці [10, 60].

5.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращанню умов праці на КОС

Міські очисні споруди є режимним об'єктом з цілодобовою охороною території. Будівлі та технологічні споруди по периметру очисних споруд освітлені та мають вказівники, а небезпечні зони огорожені металевою сіткою. Всі працівники КОС діють згідно з «Основними правилами безпечного ведення процесу очищення стічних вод», посадових інструкцій та «Правил безпеки на робочих місцях», що запроваджені для безпечної роботи персоналу очисних споруд.

При експлуатації мережі Кропивницьких очисних споруд працівники дотримуються вимог стандартів і правил безпеки для відповідних видів робіт. Наприклад, при експлуатації котелень, електроустановок та вантажопідйомного обладнання необхідно виконувати вимоги "Правил безпеки у газовому господарстві", "Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів", "Інструкції для стропальників, які обслуговують вантажопідйомні механізми" та інших документів.

При експлуатації КОС цілодобово ведеться повний контроль їх роботи: своєчасно очищаються споруди і обладнання, видаляється осад, регулюється розподіл води, при необхідності своєчасно ремонтуються споруди та обладнання [54].

Вимоги до охорони праці та безпеки при обладнанні та експлуатації очисних споруд, таких як решітки, пісковловлювачі, відстійники та аеротенки, відповідають вимогам для резервуарних споруд.

Охорона праці на Кропивницькій станції очищення стічних вод – це система заходів яка включає в себе законодавчі документи, заходи з охорони праці при експлуатації станції та посадові інструкції працівників.

Основними нормативними документами з охорони праці є ГОСТ 12.3.006-75 "ССБТ Експлуатація водопровідно-каналізаційних споруд і мереж. Загальні вимоги безпеки», який встановлює вимоги безпеки до розміщення, компонування та утримання об'єктів, виробничого персоналу та застосування засобів захисту працюючих, і галузевий «Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення

населених пунктів України». У цих документах визначені всі вимоги до охорони праці та техніки безпеки на даному підприємстві [10, 13].

Виробничі (технологічні) процеси очищення стічних вод мають бути організовані відповідно до вимог чинних технологічних документів (норм, інструкцій, регламентів), затверджених в установленому порядку [10, 43].

Для забезпечення безпечних умов праці при очищенні стічних вод повинні виконуватися наступні організаційно-технічні заходи:

- навчання працівників безпечним методам і прийомам виконання робіт, проведення інструктажів по охороні праці, стажування на робочих місцях і перевірки знань вимог охорони праці, недопущення до роботи осіб, що не пройшли навчання, інструктаж, стажування і перевірка знання вимог охорони праці;

- забезпечення працівників засобами колективного і індивідуального захисту;

- організація контролю за станом умов праці на робочих місцях, а також за правильністю застосування працівниками засобів індивідуального і колективного захисту;

- здійснення допуску до проведення робіт, які повинні виконуватися по наряду-допуску.

Роботи, пов'язані зі спуском працівників у колодязі, камери, колектори, резервуари й інші підземні комунікаціях належать до небезпечних і тому до них можуть бути допущені тільки кваліфіковані працівники під обов'язковим наглядом інженерно-технічних працівників. На їх виконання бригадам видається наряд-допуск із зазначенням небезпек, заходів і засобів захисту. Дані про наряди-допуски записуються у відповідний журнал.

Також до небезпечних робіт відноситься відбір проб осаду та води. Проби відбирає лаборант, який повинен працювати в спецодязі, передбаченому Типовими галузевими нормами: халаті бавовняному, фартуху прогумованому з нагрудником та в рукавичках гумових, куфайці, дощовику, чоботах гумових та захисних окулярах. Спецодяг повинен бути справний і відповідати зросту і розміру робітника. Відбір проб з відкритих споруд треба проводити в спеціально визначених (огорожених та освітлених) місцях згідно схеми відбору. Ємності для відбору проб

переносяться в спеціальних ящиках. Прохідні доріжки до місця відбору проб повинні бути підготовлені оператором: очищені від снігу, сміття, посипані піском, огорожені поручнями, мати перехідні містки.

Проходи та сходи при цьому не повинні бути заблоковані, перекриті або залиті водою чи маслом, а взимку потрібно їх очищати від льоду та снігу. Проходи не повинні використовуватись для зберігання матеріалів.

Також для каналізаційно-очисних споруд потрібно передбачати зони санітарної охорони, обладнані відповідно до нормативів, які регулюються Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», ДСП №173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», ДБН 360-92 «Планування та забудова міських і сільських поселень». Ці зони (санітарно захисні) створюються для захисту населення від впливу несприятливих чинників, які можуть бути результатом роботи очисних споруд (шум, вібрація, пил тощо), величина яких на межі санітарно-захисної зони не повинна перевищувати гігієнічних нормативів, встановлених для населених пунктів. Оскільки очисні споруди відносяться до категорії об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, для них законодавством України нормується ширина СЗЗ, яка залежить від характеру і потужності очисних споруд, досконалості технологічних процесів, рівня несприятливих чинників та наявності протишумових, протівібраційних і інших захисних заходів. СЗЗ для КОС м. Кропивницького продуктивністю 33 м³/добу для споруд механічної та біологічної очистки з муловими майданчиками, становить не менше 400 м.

5.2.1. Заходи, запропоновані для запобігання дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Щоб забезпечити організацію безпечного виконання робіт з ремонту і експлуатації каналізаційних мереж, колекторів і колодязів необхідно, перш за все, забезпечити наявність та справний стан засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) для виконання робіт у колодязях, а саме протигазів, страхувальних

мотузок, поясів, а також акумуляторних ліхтарів; встановити жорсткий контроль за станом виробничої та трудової дисципліни під час проведення газонебезпечних робіт – виконувати роботи у колодязях лише за нарядами-допусками з обов'язковим застосуванням ЗІЗ та аналізом повітряного середовища; забезпечити працівників сучасними ЗІЗ – ізолюючими протигазами, газоаналізаторами; забезпечити належні умови утримання припливних та витяжних вентиляцій; забезпечити якісне проведення інструктажів з охорони праці робітників КОС. Такі роботи повинні проводитись бригадою з 3 чоловік.

У відділенні зневоднення осаду потрібно також дотримуватись певних правил безпеки при роботі з декантерною центрифугою, що являють собою вимоги та заходи, спрямовані на запобігання нещасних випадків, травм і професійних захворювань працівників, які обслуговують центрифугу.

Основні правила безпеки при роботі з декантерною центрифугою наступні:

- перед початком роботи треба перевірити справність центрифуги, її електричного обладнання, системи охолодження, автоматики і сигналізації;
- не включати центрифугу, якщо вона не закрита кришкою, або якщо є пошкодження барабана, шнека, приводу, підшипників та інших деталей;
- не відкривати кришку центрифуги під час її роботи або одразу після зупинки;
- не втручатися в роботу центрифуги руками, інструментами або іншими предметами;
- не перевищувати допустиму швидкість обертання барабана і шнека;
- не перевантажувати центрифугу осадом;
- не використовувати центрифугу для обробки агресивних, легкозаймистих, вибухонебезпечних або радіоактивних речовин.

На підприємстві робітники КОС обов'язково повинні проходити наступні інструктажі:

- вступний - проводиться для всіх працівників, прийнятих на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їхньої освіти, стажу роботи або посади; працівників інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у

виробничих процесах під час відрядження або виконують інші завдання для підприємства;

- первинний - проводиться перед початком роботи безпосередньо з працівниками на робочому місці: новоприйняті працівники, які переводяться з одного виробничого цеху в інший і виконують нові для них завдання; відряджені працівники, які беруть безпосередню участь у виробничих процесах компанії;

Після первинного інструктажу на робочому місці деякі працівники проходять стажування від двох до 15 змін, залежно від стажу та досвіду роботи, під керівництвом досвідченого лаборанта.

Інструктажі повторюються не рідше одного разу на квартал;

- при введенні в дію нових нормативно-правових актів з охорони праці; при зміні технологічних процесів; при заміні або модернізації обладнання, пристроїв, інструментів; при порушенні працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвело до травми, пожежі або аварії; при відсутності працівника на роботі понад 30 календарних днів для робіт з підвищеною безпекою і 60 днів для інших робіт. Якщо працівник відсутній на роботі понад 30 календарних днів на роботах з підвищеною безпекою та 60 днів на інших роботах, проводиться позаплановий інструктаж.

Цільовий інструктаж проходять при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою, наприклад, при ліквідації аварії або стихійного лиха тощо.

Працівники цеху механічного зневоднення осадів повинні використовувати засоби індивідуального захисту: робочий одяг, рукавиці, окуляри, взуття, респіратори, захисні каски, навушники та дотримуватися правил пожежної безпеки: не курити, не використовувати відкритий вогонь або пристрої, внаслідок роботи яких може утворитись іскра поблизу центрифуги.

У разі виникнення несправностей, аварій, пожеж або травм негайно зупинити центрифугу, відключити її від електромережі, вжити необхідних

заходів першої допомоги і повідомити про інцидент керівництво і службу охорони праці.

Дотримання цих правил допоможе забезпечити безпечну і ефективну роботу з декантерною центрифугою.

5.2.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту

Працівники КОС повинні бути забезпечені спеціальним захисним одягом, взуттям та засобами індивідуального захисту, такими як респіратори, протигази, саморятівники, запобіжні пояси, каски і деякі інші, з проведенням інструктажу з правил користування та простими способами перевірки справності цих засобів, а також тренуванням по їх застосуванню [43].

Працівники цеху зневоднення осадів повинні бути забезпечені наступними ЗІЗ (таблиця 6.2.2).

Таблиця 6.2.2 – Засоби індивідуального захисту на зміну (2 працівника)

№п/п	Найменуванн язасобів захисту	Термін використання	Норма видачі	Загальна потреба на рік
1	Окуляри захисні	3 місяці	2	8
2	Рукавички гумові	1 тиждень	4	48
3	Взуття	1 рік	2	2
4	Каски	1 рік	2	2
5	Респіратори типу Мікрон FFP2 з клапаном видиху з вугільним фільтром	1 зміна	2	730
6	Робочий одяг	1 рік	2	2
7	Навушники звукоізолюючі	1 рік	2	2

5.2.3. Розробка інструкції з охорони праці для лаборанта відділення зневоднення осаду

До самостійної роботи в лабораторії повинні допускати лише осіб, які досягли 18 років та пройшли медичну комісію, отримали інструктажі та здали екзамен з охорони праці.

Лаборант повинен працювати в спецодязі: халаті бавовняному, фартуху прогумованому з нагрудником та в рукавичках гумових. Спецодяг повинен бути справним і відповідати розміру робітника.

Приміщення, де встановлені лабораторні прилади і обладнання, має бути освітлене та обладнано вентиляцією для забезпечення належного очищення повітря.

Лабораторних засоби по відбору проб та спеціальне обладнання повинно бути у вільному доступі.

Електричні установки включають лише за допомогою вимикача, який повинен мати захисний кожух, а запобіжні коробки – ізольовану кришку. Металеві кожухи - заземленні.

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

Перш ніж приступати до роботи з хімічними речовинами, потрібно обов'язково ознайомитись з правилами безпечного проведення лабораторних аналізів та з їх властивостями, безпечними способами зберігання цих речовин.

Робоче місце потрібно упорядкувати наступним чином: не тримати на столах реактиви, посуд, прилади, які не стосуються роботи.

Заборонити зберігати харчові продукти, приймати їжу в приміщенні лабораторії та користуватися для цього лабораторним посудом.

Хімреактиви зберігати в щільно закритому посуді з чіткими написами на етикетках. Не зберігати разом речовини, які при хімічній взаємодії можуть викликати вибух або пожежу. Легкозайmistі хімреактиви потрібно зберігати у спеціальному приміщенні далеко від нагрівальних приладів.

У лабораторії відходи зберігати у спеціальному металевому ящику. Рідкі відходи не зливати в каналізаційну мережу.

Роботи, що пов'язані з виділенням шкідливих газів і парів проводять виключно у витяжних шафах.

В робочому приміщенні лабораторії має бути тільки добовий запас органічних та неорганічних реактивів, концентрованих лугів і кислот, який зберігається у витяжній шафі.

Перед початком роботи лаборанти одягають спецодяг і перевіряють справність електрообладнання, наявність дезінфікуючих засобів та засобів пожежогасіння;

Під час роботи лаборанти повинні дотримуватися всіх вимог щодо поводження з хімічними речовинами.

Після закінчення роботи лаборант повинен відзвітувати про витрату реактивів завідувачу лабораторії та повернути всі невикористані реактиви. Використані розчини слід утилізувати відповідно до екологічних вимог. Після чого в лабораторії необхідно впорядкувати робоче місце, відключити електрообладнання, прибрати реактиви, засоби індивідуального захисту, промити систему каналізації, закрити крани, вимити руки та обличчя теплою водою з милом або прийняти душ. Про всі несправності, помічені під час роботи, доповісти завідувачу лабораторії.

При зберіганні та доставці хімічних реактивів необхідно дотримуватись наступних правил:

- хімічні реактиви та запасні розчини повинні зберігатися в лабораторії та на її складі;

- сірчана, оцтова, соляна кислоти, ацетон, марганцевокислий калій, спирт очищений і метиловий видаються для роботи в кількості, необхідній для виконання роботи, тільки з дозволу завідувача лабораторії;

- лаборанти, які отримали розчини токсичних хімічних речовин, не повинні передавати їх іншим співробітникам.

Особлива обережність потрібна в роботі з небезпечними для здоров'я хімічними реактивами, не можна допускати попадання їх на незахищені частини тіла.

Сильні кислоти і луги зберігаються у скляному посуді з притертими пробками, посуд ставлять у залізні ящики в спеціально відведених для цього приміщеннях.

Розливу на стіл рідину миттєво прибирають, місце промивають водою, а потім протирають дезинфікуючим розчином хлораміну 3%. Якщо ж пролиті сірчана, соляна або азотна кислоти, ганчіркою користуватись не можна – рідину спочатку слід засипати піском, пісок зібрати дощечкою, а облите місце обробити розчином соди і лише через кілька хвилин витерти ганчіркою.

Розфасування їдких реактивів, а також виконання аналізів з їх використанням повинні проводити не менше двох людей (ХПК, ефіророзчинні речовини, нафтопродукти, АПАР, сульфати). Напоготові повинні бути нейтралізуючі речовини – розчини соди та кислоти.

В приміщенні лабораторії забороняється: мити посуд і підлогу легкозаймистими рідинами; зберігати ганчірки, одяг, змочені в легкозаймистих рідинах; забруднювати столи, шафи, залишати увімкнені електроприлади.

Підлогу і стіни приміщень очисних споруд треба мити і очищувати систематично, при цьому порядок миття вікон, заміни електроламп завчасно планується для забезпечення вільного доступу до них та підготовки відповідного спорядження тощо.

В лабораторії повинна бути аптечка з медикаментами, необхідними для надання долікарняної медичної допомоги.

Стороннім особам не можна перебувати у лабораторії.

Працівники зобов'язані дотримуватися правил і норм поведінки з машинами, механізмами та обладнанням, використовувати надані засоби індивідуального захисту та суворо дотримуватися інструкцій з техніки безпеки, нормативних актів і правил підприємства.

Забороняється працювати на несправному обладнанні, при знятих або несправних огорожах, без засобів захисту або в будь-якій іншій ситуації, яка може загрожувати життю або здоров'ю працівників. Інструменти, що використовуються для виконання робіт, також повинні бути справними.

Якщо роботи, пов'язані з виділенням небезпечних речовин, проводяться в приміщенні, система вентиляції повинна бути постійно в робочому стані.

При виконанні робіт підвищеної безпеки в колодязях, резервуарах та інших ємнісних спорудах, підземних спорудах, робіт на висоті або робіт, пов'язаних з транспортуванням хлору, відповідальний за виконання робіт повинен оформити наряд-допуск за встановленою формою з переліком робіт для затвердження головним інженером [45].

Відбір проб води або осадів з відкритих споруд здійснюється в спеціально огорожених і освітлених робочих зонах, що забезпечує повну безпеку робіт.

Роботи в колодязях, резервуарах, підземних установках та інших ємнісних спорудах повинні виконуватися бригадами не менше трьох осіб. Працівники повинні користуватися запобіжними поясами з лямками і мотузками, при цьому довжина мотузки повинна бути на 2 м більше, ніж глибина резервуару або колодязя. Двічі на рік їх випробовують на вантаження 200 кгс.

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 робіт.

Місця здійснення ремонтних робіт у вологих умовах мають освітлюватися переносними електричними лампочками, що живляться від трансформатора з вторинною напругою не вище 12 В. Працювати в неосвітлювальних місцях забороняється. Під час роботи в колодязях та інших підземних комунікаціях, де можуть накопичуватися вибухонебезпечні гази, дозволяється використовувати для освітлення акумуляторні ліхтарі з напругою не вище 6 В. Палити і користуватися відкритим вогнем в цих місцях забороняється [53].

Всі роботи з технічного обслуговування та ремонту на об'єкті повинні виконуватися персоналом в спецодязі. Спецодяг необхідно систематично прати, хімічно чистити, за необхідності обробляти в дезінфекційній кімнаті та ремонтувати. Вологий спецодяг і взуття слід сушити в сушарці.

5.3. Категорії пожеже-вибухонебезпечності приміщень на КОС м.Кропивницький

Категорії будівель КОС відповідно до протипожежних норм, ПУЕ наведена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Категорії будівель КОС відповідно до протипожежних норм

Перелік об'єктів	Клас зон за ПУЕ-86	Категорія приміщень за ОНТП 24-86
1	2	3
Прохідна	Без підвищеної небезпеки	Д
Котельня	Підвищеної небезпеки	А
Адміністративно-лабораторний корпус	Без підвищеної небезпеки	Д
Майстерня	Підвищеної небезпеки	Г
Повітродувна насосна станція	Особливо небезпечні	Д
НС первинних відстійників	Особливо небезпечні	Д
НС дренажних вод	Особливо небезпечні	Д
Складські приміщення	Без підвищеної небезпеки	В
Приміщення боксів відстою транспорту	Без підвищеної небезпеки	Д
ЦМЗО	Особливо небезпечні	Д
ТП-0,4 кВа	Підвищеної небезпеки	Г
ТП-10 кВа	Підвищеної небезпеки	Г

5.4. Розробка заходів з пожежної безпеки

Можливими причинами займання на КОС може бути пошкодження обладнання, порушення ізоляції струмопровідних частин в результаті механічного пошкодження, старіння, вплив вологи і агресивних середовищ, несправність сигналізації, відкритий вогонь, розпечені або нагріті стінки апаратів та обладнання, статична електрика, іскри удару і тертя деталей машин і обладнання, а також прямий удар блискавки в будівлю [10, 11].

Для попередження займання активного пилу повітря робочої зони, нагріті поверхні обладнання треба ізолювати захисними кожухами. Для уникнення іскор удару чи тертя усі рухомі частини обладнання, зокрема центрифуг, своєчасно треба змащувати.

Для захисту електрообладнання від пожежі треба використовувати пристрої захисного відключення (реле типу EL-1і EL-12) та ізоляцію електропроводки матеріалами Getinax і Texolite. Захистом від дії статичної електрики є заземлення. Всі споруди, зокрема лабораторний корпус, повинні бути захищеними від прямого удару блискавки груповим блискавковідвідом. Захист споруд при виникненні високих потенціалів по зовнішніх наземних металевих комунікаціях здійснюють шляхом приєднання їх на вході до заземлювача.

З метою забезпечення пожежної безпеки в кожному виробничому приміщенні повинна бути передбачена необхідна кількість первинних засобів пожежогасіння. Протипожежне обладнання слід зберігати тільки в спеціально відведених для цього місцях. Для пожежогасіння слід передбачити внутрішнє протипожежне водопостачання, а також зберігати контейнери з піском і протипожежні щити на території підприємства. У виробничих приміщеннях слід використовувати вуглекислотні вогнегасники типу ВВ-5 та порошкові вогнегасники типу ВП-6.

При виникненні пожежі персонал лабораторії повинен, повідомити про це адміністрацію та самостійно приймати необхідні заходи для її ліквідації, а саме: негайно зачинити усі вікна, виключити електроприлади, газові пальники і вентиляцію, винести з лабораторії горючі рідини, балони зі зрідженими газами, лужні метали і фосфор – усі вогнебезпечні та вибухові речовини повинні бути прибрані у безпечне місце та застосувати засоби пожежогасіння.

Забороняється гасити водою пожежі, коли горить бітум, парафін або електропроводка.

При виявленні несправностей лабораторного обладнання, робота негайно припиняється до повного їх усунення.

У випадку розлиття легкозаймистих речовин негайно треба вимкнути усі електронагрівальні прилади та засипати піском рідину, після чого провести ретельне прибирання.

При проливі отруйних рідин, кислот, лугів – ділянку дегазують:

- кислоти – 5% розчином соди або посипають сухою содою;
- луг – 5% розчином оцтової кислоти.

Після дегазації ділянку добре промивають водою.

У випадку загорання проводів або електроприладів їх необхідно негайно відключити і гасити полум'я за допомогою сухого вуглекислотного вогнегасника, покривала з азбесту або сухим піском, не торкаючись до електропроводів та приладів.

При загорянні наступних речовин полум'я необхідно гасити такими засобами:

- лужні метали і фосфор – сухим піском;
- рідини (речовини), що змішуються з водою, або такі, що легко займаються – вогнегасниками, струменем води, піском, вовняною ковдрою;
- речовини, які не змішуються з водою - вуглекислотними вогнегасниками, піском, покривалами, починаючи з периферії. Категорично заборонено використовувати воду;
- палаючі дерев'яні частини – всіма вогнегасними засобами, що є в арсеналі.

Горючі і розчинні у воді речовини, особливо такі рідини як бензол, бензин тощо гасити водою забороняється.

Пісок для протипожежних цілей завжди повинен бути сухим.

У випадку будь-яких непередбачених аварійних ситуацій персонал повинен негайно скористатися звуковою сигналізацією і засобами пожежогасіння.

При пораненнях будь-якого ступеню, отруєннях, опіках постраждалому на місці надають першу допомогу і направляють його до медичної установи. При необхідності викликають лікаря на місце.

Усі співробітники лабораторії повинні вміти користуватись засобами пожежогасіння, а при нещасному випадку – вміти надати першу медичну допомогу.

Про кожний нещасний випадок в лабораторії треба негайно сповістити завідувача лабораторією або іншого безпосереднього керівника робіт, який в свою чергу зобов'язаний терміново організувати першу допомогу постраждалому та при необхідності доставити його до медпункту або в лікарню.

Перша допомога при хімічних опіках та отруєннях наведена в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 - Хімічні опіки та перша допомога

№ п/п	Речовина	Дія на організм	Перша допомога
1	2	3	4
1	Кислоти	Сильні опіки шкіри	Добре промити водою, накласти пов'язку з 2% розчином соди або ріванола (1:1000). При опіках II – III ступенів – пов'язку із стрептоцидною емульсією. Викликати лікаря.
2	Метали, калій, натрій	При контакті з мокрою шкірою легко займається і викликає опіки	Добре промити водою. При опіках II – III ступенів мазеві пов'язки.
3	Металіди і хлор	Опіки шкіри	Промити спиртом, змастити 1 – 2% розчином соди.
4	Органічні кислоти	Опіки шкіри	Добре промити водою, 40% спиртом, марлева пов'язка.
5	Кислота	Хімічні опіки очей	Промити під струменем води 10 – 30 хв., 1 – 2% розчином бікарбоната натрію.
6	Луги	Хімічні опіки очей	Промити водою, 1 – 2% розчином борної кислоти.
7	Аміак	Хімічні опіки очей	Промити 0,5% розчином галунів, закапати розчином новокаїну.
При отруєнні необхідно надати наступну допомогу:			
1	Кислоти	Подразливі дії на слизову оболонку та дихальні шляхи	Свіже повітря, спокій, тепло. Вдихнути кисень, в середину сульфодимезін, аскорбінова кислота 0,5%. Викликати лікаря.
		Можливо опік легень	Промити дихальні шляхи 2% розчином соди або 10% р-м ментола, великою кількістю води промити шлунок. Яєчний білок, молоко.

Продовження табл.5.4

1	2	3	4
2	Луги	Різка подразлива дія	Вдихати теплий водяний пар. В середину тепле молоко, кодеїн. Через кожні 3 – 5 хв. поїти 1 ст.л. 1% р-ну лимонної кислоти, рослинного масла і куски льоду. Викликати лікаря.
3	Солі марганцево-кислі	Отруйні при вдиханні та попаданні в середину	Промити шлунок. Дати послаблюючі, слизові відвари, активоване вугілля.
4	Солі Барія	Отруйні розчинні солі	Промити шлунок 1% розчином сульфату натрію або магнію. Молоко, білок. Викликати лікаря.
5	Солі ртуті		Дати випити склянку підкисленої води. Через 10 хв. викликати рвоту. Молоко, білок. Викликати лікаря.
6	Свинець		Дати випити розчин сірчанокислого магнію.
7	Гази аміаку	Подразнення слизової оболонки	Свіже повітря, спокій, дихати над паром з добавленням лимонної кислоти, тепле молоко з содою, рослинне масло.

Висновки по розділу

Проаналізован небезпечні та шкідливі фактори підприємства КОС м. Кропивницький. За походженням вони мають фізичні, хімічні та біологічні чинники.

Розроблено заходи по запобіганню дії небезпечних факторів та покращенню умов праці робітників КОС.

Обґрунтовано та обрано засоби індивідуального захисту для робітників механічного цеху зневоднення осаду, а саме: рукавички гумові, окуляри захисні, респіратори, навушники.

Розроблено інструкцію з охорони праці для лаборанта відділу зневоднення осаду та заходи з пожежної безпеки на КОС.

ВИСНОВКИ

1) Виконано аналітичний огляд літературних джерел по проблемі накопичення та переробки осаду стічних вод в Україні та країнах світу. Осади накопичуються більш швидкими темпами ніж їх переробка. Напрями переробки визначаються хімічним складом та фізичним станом осаду, тому в кожній країні використовують різні технології переробки, враховуючи ці особливості.

2) В м. Кропивницькому ОСВ не переробляється, а накопичується на мулових майданчиках. Але в деяких областях нашої країни є досвід використання осаду у виробництві будівельних матеріалів. Тому і для нашого регіону був вибраний напрям використання його у виробництві тротуарної плитки.

3) Була запропонована методика дослідження ОСВ, зокрема, для визначення його оптимального вмісту в складі тротуарної плитки, визначення властивостей дослідних зразків, таких як міцність та водопоглинання.

4) Виконані лабораторні дослідження підтвердили доцільність використання осаду стічних вод у виготовленні тротуарної плитки. Оптимальний вміст осаду 20%, міцність на стискання в межах 393,6-430,2 кг/см², водопоглинання 6,3-6,5 %.

5) Доцільність використання ОСВ у складі тротуарної плитки економічно обґрунтовано.

6) Були розроблені заходи з охорони праці та заходів з пожежної безпеки для працівників підприємства КОС м. Кропивницький.

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. Альтернативні технологічні рішення проблеми повної утилізації мулового осаду стічних вод/ Бабаєв В. М. та ін. – Комунальне господарство міст. 2018. Вип. 144. С. 32–42
3. Апостолюк С. О. Промислова екологія : навч. посіб. / Апостолюк С. О., Джигирей В. С., Апостолюк А. С.. – Київ : Знання, 2005. – 474 с.
4. Артем'єв С.С. Зберігання та утилізація відходів. Шляхи вирішення проблеми. Вестник НТУ «ХПИ». 2009. № 22. 40–48. 2. Falck F.Y., Ricci A.J. 5000 day for rescue of planet. CUTU: Wolff, 1992. 146 с.
5. Безпека екологічна // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапівна. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. – С. 15.
6. 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.
7. Гайдаржи О.В. та ін. 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.
8. Гетманенко В.А., Скрильник Є.В. Науково-організаційні та нормативно-правові аспекти утилізації осадів комунальних стічних вод (на прикладі Європейського досвіду). Вісник аграрної науки. 2017. С. 43–49.
9. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВПГ, 2013. – 625 с.

10. ГОСТ 12.3.006-75 «ССТБ Експлуатація водопровідних і каналізаційних споруд і мереж. Загальні вимоги безпеки». – Київ, Мінрегіон України від 12. 01. 2012
11. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека, розробник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК) від 26.01.2008 № 39
12. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки адміністративного та побутового призначення, наказ від 30.12.2010 № 570
13. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди Основні положення проектування, акази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 р. №134 та від 28.08.2013 р. № 410.
14. Директива Ради 1999/31/ЄС про захоронення відходів від 26 квітня 1999 року.
15. Директива Ради 91/271/ЄЕС "Про очистку міських стічних вод" від 21 травня 1991 року
16. Дрозд Г.Я. та ін. 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.
17. ДСТУ 7369:2013. Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання (61821)
18. ДСТУ 8691:2016 Стічні води. Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти. Вид. офіц. Київ : Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП)
19. ДСТУ 8727:2017 Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод Вид. офіц. Київ : Технічний комітет зі стандартизації «Охорона навколишнього природного середовища»

20. ДСТУ Б В. 2.7-238:2010 Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови (ГОСТ 17608, MOD) діє від 01/01/2012
21. ДСТУ 8691:2016 Національний стандарт України. Стічні води. Наставови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти. - Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016
22. Екологічна енциклопедія. УЗТ. Т1: «ТОВ Центр екологічної освіти та інформації», 2006 р. – 432 с. Іл. Т.2. – 416 с., іл.
23. Жердецький В.Ф., Житник В.В., Терещенко О.В. Використання залишків піролізної переробки мулових осадів стічних вод в будівельних сумішах Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, Міжнародний науково-технічний журнал, №2, 2018.
24. Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища” із змінами і доповненнями, від 25.06.1991 р., № 1264-XII.
25. Закон України “Про водовідведення та очищення стічних вод” від 12.01.2023 №2887-IX
26. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» № 2887-IX від 12.01.2023.
27. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст]: підручник: - К.: Вища школа, 2005. – 671 с.: іл.
28. Запольський А.К. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: навчальний посібник / А. К. Запольський та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
29. Засідко І.Б., Полутаренко М.С., Мандрик О.М. Утилізація осадів міських стічних вод. III Міжнародна науково-технічна конференція «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». – Львів: Львівська політехніка. – 2019.
30. Засідко І.Б. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук «Зменшення техногенного навантаження при очищенні стічних вод та утилізації осаду, Івано-Франківський університет. – 2021 р.

31. Засідко І.Б., Полтуренко М.С., Мандрик О.М. Осади стічних вод як вторинна сировина у виробництві цегли. – Вісник, т.3, №79 Технічні науки, 2017 р.
32. Зоріна О.В., Маврикін Є.О. Сучасні підходи обробки та утилізації вторинних осадів господарсько-побутових стічних вод. – Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААНУ . – 2022. - №3
33. Карп І.М., П'яних К.Є., Нікітін Є.Є. Проблема утилізації та знешкодження мулових осадів міських стічних вод та шляхи її вирішення (огляд). Енерготехнології та ресурсозбереження. 2017. № 2. С. 35–48.
34. Картування зобов'язань у сфері довкілля та зміни клімату: підготовка до вступу в ЄС : аналітичний документ 2023 р. – Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». – 88 с.
35. Климченко Л.П., Соловйов С.М., Норд Г.Л. Системи технологій: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. – 600 с.
36. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод [Текст]: навч.посібник - Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. - 622 с.: іл.
37. Ковров О.С., Бучавий Ю.В. Очистка й знезараження стічних вод [Текст]: методичні рекомендації для студентів екологів. – Дніпропетровськ: НГУ, 2013. – 55 с.
38. Конституція України : офіц. текст. Київ : КМ, 2013. 96 с.
39. Копилевич А.В., Галімова В.М., Лаврик Р.В. Спецпрактикум. Стічні води, очищення та утилізація і знешкодження осадів [Текст]: навч.посібник. – Київ : НУБПК, 2015. С. 105-136
40. Копилевич А.В., Галімова В.М., Лаврик Р.В. Спецпрактикум. Стічні води, очищення та утилізація і знешкодження осадів. Київ : НУБПК, 2015. С. 105-136.
41. Крупко В.А. Чернігівський державний інститут економіки і управління, м. Чернігів, Україна. Аналіз можливостей утилізації осаду

очисних споруд/ Вісник Чернігівського Державного Технологічного Університету № 2 (73), 2014.

42. Кулаківський С. В., Хоружий П. Д. Удосконалення технології очищення господарсько-побутових стічних вод у локальних системах сільськогосподарської каналізації. Меліорація і водне господарство. 2014. Вип. 101. С. 88–97.

43. Машнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 504 с.

44. Мосійчук Я.Б., Хоружий П.Д., Недашковський І.П. Удосконалення технологій замкнутого водопостачання на підприємствах агропромислового комплексу. Меліорація і водне господарство. 2020. № 2. С. 146–153.

45. Остапчук Т.В., Рибак А.І. Система технологій: навч. посібник. – К: ЦУЛ, 2003. – 888 с.

46. 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.

47. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року [Текст]: Наказ від 20 лютого 2019 р. № 117-р

48. 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.

49. Проценко С.Б., Ковальчук В.А. Глосарій з моніторингу та охорони довкілля: навч. посібник/ С.Б. Проценко, В.А.Ковальчук. – Рівне, 2003. – 496 с.

50. 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.
51. Свірідова, В. А. Основні проблеми утилізації осадів стічних вод / В. А. Свірідова, О. В. Медведєва // Наукові записки : зб. наук. пр. - Кіровоград : КНТУ, 2013. - Вип. 14. - С. 101-105.
52. Славута О.І., Драчова С.І. Стан і перспективи поводження з осадами стічних вод. – Харків: Харківський університет ім. О.М.Бекетова, 2022 р.
53. Сорокіна К.Б. Процеси та обладнання для обробки осадів [Текст]: конспект лекцій. – Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2017.
54. Сорокіна К.Б., Козловська С.Б. Технологія переробки та утилізації осадів [Текст]: навч. посібник/ К.Б.Сорокіна, С.Б. Козловська. – Харків: ХНАМТ, 2012. – 227 с.
55. Технічний паспорт КОС м. Кіровограда, 2008 р.
56. Тунік Т.М., Медведєва О.В., Кропивний В.М., Кирнасовська Т.Є. Хімічні процеси в будівельній галузі: навч. посібник. – Кропивницький: Лисенко В.Ф. – 2020. – 60 с.
57. Хижняк, О. О. Знезаражування води для харчової промисловості // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2007. №5 С. 129-135.
58. 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. 82-87.
59. Штанько Т.В., Лазненко Д.О. «Очищення комунальних стічних вод від фосфатів»// Штанько Т. В., магістрант; Лазненко Д. О., доцент. – 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.

60. Шудренко І.В. Основи охорони праці: навч. посібник/ І.В.Шудренко. – Житомир: Житомирський національний агротехнічний університет, 2016. – 214 с.

61. Щербина В.Ю., Сівецький В.І., Гондляр О.В. Механічні процеси та обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів. Підготовка сировинних матеріалів устаткування для змішування та формування : навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Сікорського, 2022. – 131 с.

62. Malaj E., von der Ohe P.C., Grote M. et al. Organic chemicals jeopardize the health of fresh water ecosystems on the continental scale. PNAS. 2014. № 111(26). P. 9549–9554. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/organic-chemicals-jeopardize-the-health>

63. 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>

64. Petruk, V. H., Vasykivskyi, 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] <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1851>

65. USML Step 1. Lecture notes. – New York, 2018. – 2568 p. <https://search.worldcat.org/title/usmle-step-1-lecture-notes-2018-pathology/oclc/1015340645>