

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Технології захисту гідросфери від нафтовидобувної промисловості

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник роботи

Пляцук Л.Д.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Консультанти:

з охорони праці

Васькін Р.А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

з нормконтролю

Батальцев Є.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Виконавець

студент групи

ТС.м–01 ТЗНС

Беспала Б.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Суми 2021

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 50 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить „, с., у тому числі 19 таблиць, 18 рисунків, 2 додатки, список використаних джерел на 4 сторінках.

Мета роботи – розглянути технології утилізації надлишкового мулу, та обрати актуальну для м.Суми, з урахуванням особливостей регіону. Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено наступні завдання: провести літературний аналіз технологій утилізації мулових осадів; розгляд технології очищення стоків і поводження з муловими осадами на очисних спорудах м. Суми; визначити особливості технології утилізації відходів очисних споруд м. Суми ; провести оцінку динаміки накопичення осаду стічних вод на очисних спорудах, та в місцях скиду ; порівняння ефективності утилізації мулових осадів в різних технологічних схемах очисних споруд ; визначити технології утилізації, що забезпечують скорочення обсягу надлишкового мулу на досліджуваних очисних спорудах.

Об'єкт дослідження – є технологічна схема міських очисних споруд.

Предмет дослідження – ефективність утилізації мулових осадів з виробленням корисного продукту.

Методи дослідження: проведення експериментальних досліджень у промислових умовах для перевірки ефективності технології, статистико-математичні моделі процесів нітрифікації та денітрифікації, використання чисельних та аналітичних методів для вирішення окремих завдань.

Запропоновано удосконалену технологію утилізації осаду стічних вод з виготовленням добрив.

Ключові слова: МУЛ СТІЧНИХ ВОД; УТИЛІЗАЦІЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД; БІОДОБРИВО; КОМПОСТИЗАЦІЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Літературний огляд	7
1.1 Опис існуючої системи очищення стічних вод м. Суми.....	7
1.2 Результати екологічного контролю, що здійснювався екологічною інспекцією м. Суми.....	22
1.3 Огляд альтернативних технологій утилізації.....	24
Розділ 2. SWOT-аналіз технологій утилізації осаду комунальних стічних вод	26
2.1 SWOT-аналіз використання осаду стічних вод як добрива.....	26
2.2 SWOT-аналіз утилізації осаду стічних вод шляхом їх складування...	29
2.3 SWOT-аналіз термічної утилізації осаду стічних вод шляхом піролізу.	31
Розділ 3. Використання осаду у сільськогосподарському виробництві.	33
3.1 Розгляд технології виготовлення добрив шляхом компостування.	37
Розділ 4 Вибір технологічного обладнання та розрахунок.....	40
4.1 Вибір обладнання установки для виготовлення добрив.....	40
4.2 Розрахунок параметрів обраного обладнання.....	45
4.3 Ціноутворення кінцевої продукції.....	47
Розділ 5. охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	49
5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	49
5.2. Розрахунок прожекторного освітлення виробничого майданчику...	52
5.3. Безпека у випадку виникнення надзвичайних ситуацій.....	58
Висновки.....	60
Перелік джерел посилання.....	63
Додатки.....	67

Підп. і дата		Інв. № добул.		Взаєм. інв.		Підп. і дата		ТС 13176215			
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат					Лит.	Аркуш	Аркушів
										4	67
Інв. № подл.	Розроб.	Беспала	Технологія утилізації твердого осаду при очищенні комунальних стічних вод				СумДУ, ТЕСЕТ гр. ТС.М-01				
	Перев.	Пляцук									
	Н.Кон	Батальцев									
	Затв.	Пляцук									

матеріалів, або для використання у сільськогосподарському виробництві як добрив.

Відповідно до актуальності було поставлено мету роботи: розглянути технології утилізації надлишкового мулу, та обрати актуальну для м.Суми, з урахуванням особливостей регіону.

Об'єктом дослідження є технологічна схема міських очисних споруд.

Методи дослідження: проведення експериментальних досліджень у промислових умовах для перевірки ефективності технології, статистико-математичні моделі процесів нітрифікації та денітрифікації, використання чисельних та аналітичних методів для вирішення окремих завдань.

Предметом дослідження є ефективність утилізації мулових осадів з виробленням корисного продукту.

Згідно з метою, можна виділити такі завдання:

- провести літературний аналіз технологій утилізації мулових осадів;
- розгляд технології очищення стоків і поводження з муловими осадами на очисних спорудах м. Суми;
- визначити особливості технології утилізації відходів очисних споруд м. Суми ;
- провести оцінку динаміки накопичення осаду стічних вод на очисних спорудах, та в місцях скиду ;
- порівняння ефективності утилізації мулових осадів в різних технологічних схемах очисних споруд ;
- визначити технології утилізації, що забезпечують скорочення обсягу надлишкового мулу на досліджуваних очисних спорудах

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

6

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Опис існуючої системи очищення стічних вод м. Суми

Схема водовідведення у м. Суми складається зі споруд, які роблять збір, транспортують, очищують та знезаражують стічні води.

Водовідведення забезпечують напірні колектори, вуличні та внутрішньоквартальні мережі, загальною довжиною 331,161 км.

Залучено 19 каналізаційних помпових станцій, що забезпечують прийом та перепомповування стічних вод, шість з яких перекачують стічну воду на очисні споруди, а тринадцять – у басейни цих станцій [3].

Проектна потужність очисних споруд, що складає 135 тис.куб.м на добу, дозволяє здійснювати достатнє очищення стічних вод, які, в основному, відповідають вимогам регламенту, санітарно – епідеміологічних органів, екологічної інспекції. Очисні споруди, фактично, здійснюють очищення стічних вод в об'ємі 65 – 70 тис. м³ [2].

Технологічна схема очисних споруд: етапи очищення.

Очищення води являє собою процес відокремлення піску, суспензій, солей і домішок від води.

Основна задача очисних споруд – очищення стічних каналізаційних та промислових вод.

Використання відстійників.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата	TC 13176215	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

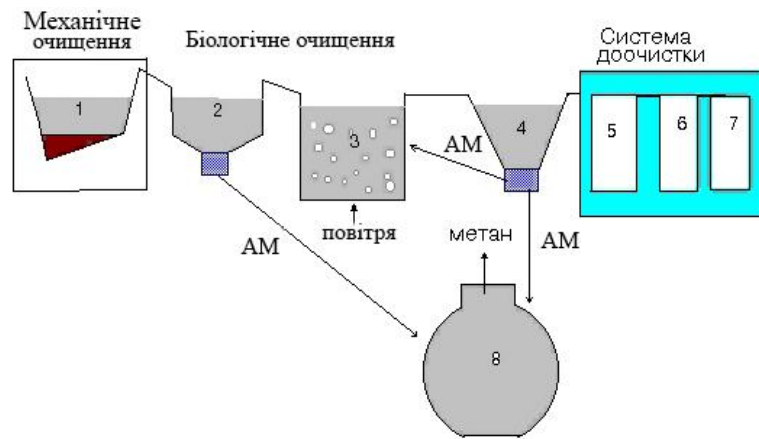


Схема очисних споруд: 1 – пісковловлювачі; 2 – первинні відстійники; 3 – аеротенк; 4 – вторинні відстійники; 5 – біологічні ставки; 6 – освітлення; 7 – реагентна обробка; 8 – метатенк; АІ – активний мул.

Рисунок 1.1 — Коротка схема очищення стічних вод очисними спорудами

Стічні води надходять у камеру попереднього осаджування, де частка забруднення осаджується у відстійник. Певною мірою очищені води підіймаються та проходять крізь фільтр. Відокремлені домішки надходять у відстійник [4].

Відстійники — це ємності великих розмірів прямокутної або круглої форми, де проходить осадження під дією сили тяжіння (див. рис.1.2). У відстійниках здійснюється вивільнення води від завислих речовин, а також від яєць гельмінтів. Вони бувають горизонтальні і вертикальні, одноярусні та двоярусні. Останні більш ефективні тому, що стоки в першому ярусі очищуються, а осад, що утворився, крізь спеціальний отвір надходить у нижній ярус [5].

Підп. і дата	
Інв.№доубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

8

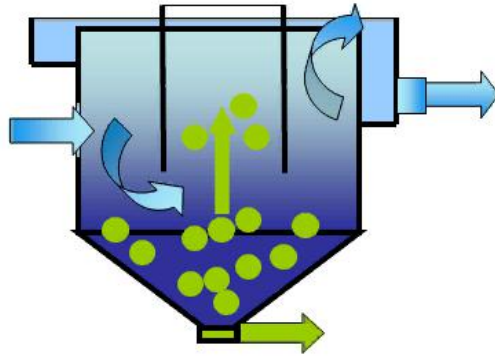


Рисунок 1.2 – Схема відстійника

Згідно з проектами 1968 – 1991 років очисні споруди міста Суми були розраховані на нижчу концентрацію речовин — забруднювачів. Наразі система обладнання і споруд фізично зношена та потребує комплексної реконструкції й впровадження новітніх технологій [1].

Фахівцями підприємства КП «Міськводоканал» СМР (див. рис.1.3) був розроблений та застосований метод індукованої активації активного мулу (хімічного мутагенезу) на очисних спорудах міста Суми, який дав змогу підвищити ефективність очищення стічних вод від сполук азоту та фосфатів, а також побороти нитчасте спухання активного мулу в аеротенках. Дослідницька робота з його подальшого вдосконалення ще продовжується [6].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк 9
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

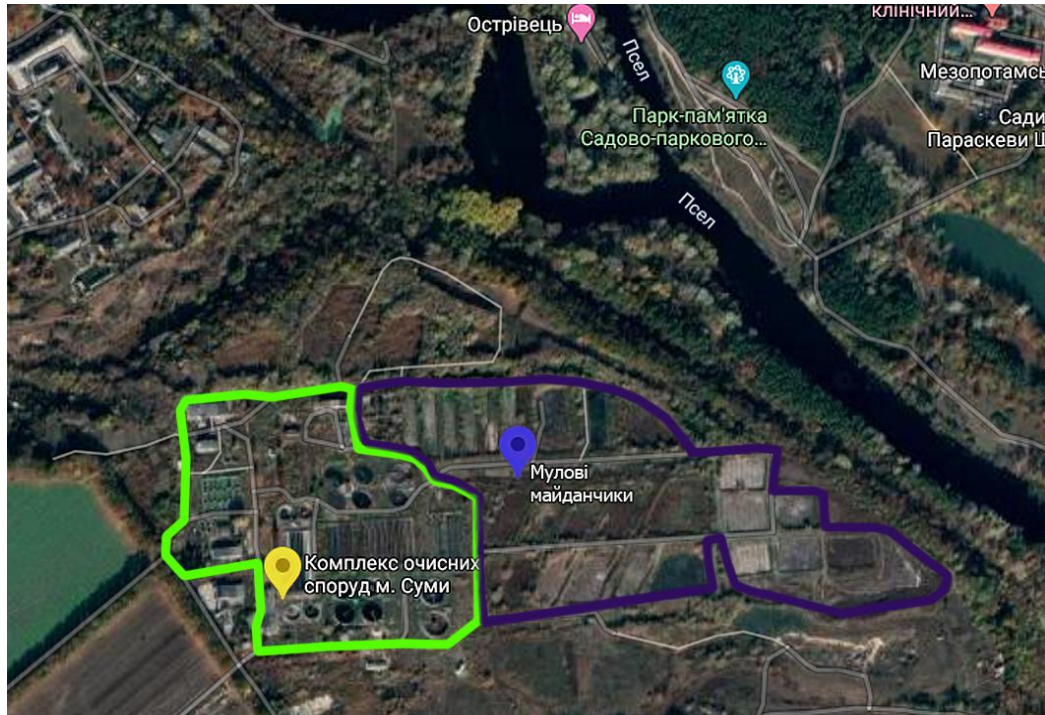


Рисунок 1.3 — Карта очисних споруд м.Суми

Актуальна технологія очищення на очисних спорудах виглядає таким чином (див. додаток А):

Процес очищення стічних вод складається зі стадій (див. рис.1.4):

- механічного очищення стічних вод;
- біологічного очищення;
- відділення і ущільнення активного мулу;
- осушення мулу;
- знезараження очищеної води [7].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
Вип	Арк	№ докum.	Підп.	Дат		10

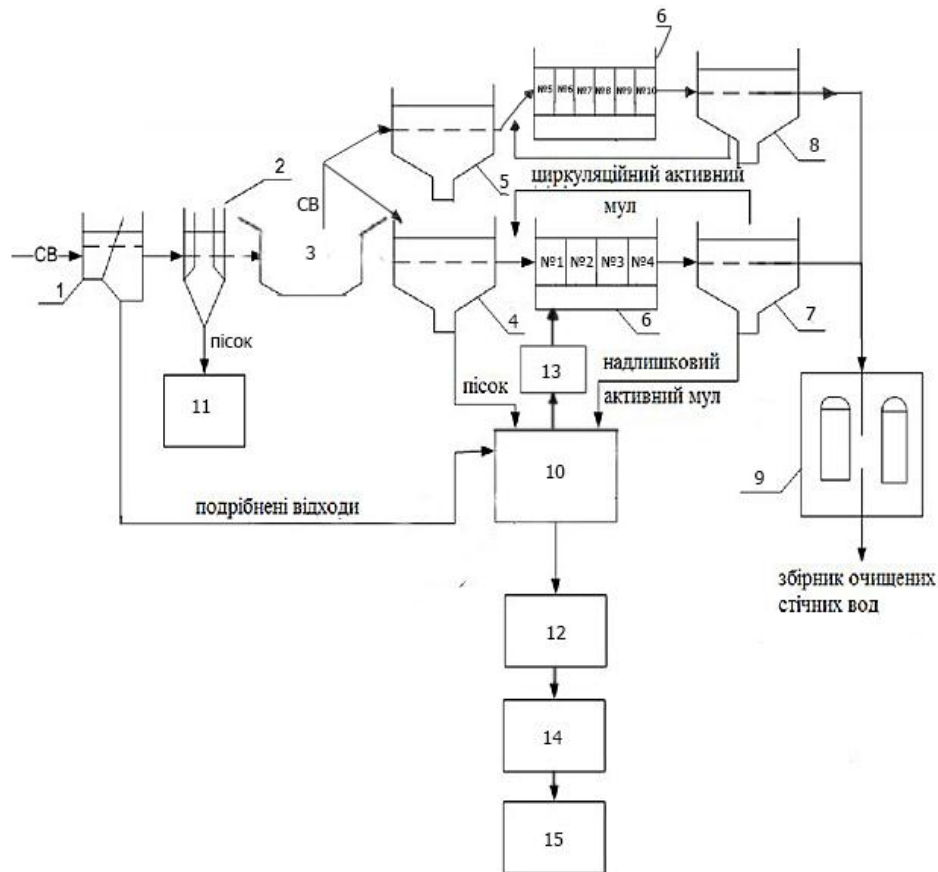


Рисунок 1.4 — Технологічна схема очищення стічної води на ОС м.Суми :

1 – решітки, 2 – пісковловлювачі, 3 – розподільча чаша, 4 – первинні відстійники I черги, 5 – первинні відстійники II – III черги, 6 – аеротенки, 7 – вторинні відстійники I черги, 8 – вторинні відстійники II – III черги, 9 – хлораторна, 10 – мулові камери, 11 – піскові майданчики, 13 – резервуари мулопомпових станцій, 12 – мулоущільнювачі, 14 – мулозгущувачі, 15 – мулові ставки.

1) Етап механічного очищення

У очисні споруди стічні води потрапляють по напірним колекторам від каналізаційних помпових станцій до камери гасіння, площею 40 м² [2].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

11

У камері гасіння відбувається гасіння надлишкового тиску. Потім стічні води лотом Гнаповського, площею 70 м^2 , проходять механічне очищення до граберної (Рис.1.5).



Рисунок 1.5 — Подача стічної води до будівлі решіток

Кількість утриманих на решітках забруднень на очисних спорудах м.Суми не перевищує 100 м^3 на добу. На ОС встановлено стрижневі решітки з ручним очищенням. Механізовані стрижневі решітки, у яких є зазор між стрижнями 8 мм , мають рухомі граблі із зубцями, що входять до зазорів між стрижнями і здійснюючи рухи: вгору або вниз, ззаду або спереду, очищають решітку від накопичених забруднень [2].

Граблі рухаються за рахунок електродвигуна.

Цей механізм встановлено у приміщенні грабельних решіток. Площа граберної — $148,8 \text{ м}^2$ [2].

Швидкість стічних вод у каналі перед решітками має бути від $0,4 \text{ м/с}$ і більше (для уникнення осадження і накопичення піску чи

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

12

мінеральних домішок); при проходженні крізь ґрати не більше 1 м/с задля уникнення виносу викидів із решітки до потоку стічних вод [4].

У момент механічного очищення зі стічної рідини відокремлюються забруднення, які були в ній у нерозчиненому і, певною мірою, колоїдному стані. Домішки, що містяться у стічній воді – кістки, папір, пластик, залишки їжі, скло, перо, поліетилен, тканина, гума і т.п., спершу затримуються решітками, що знаходяться у будівлі ґрат, їх потрібно видалити зі стічної води на початковій стадії, бо вони можуть засмітити труби, канали і помпи, затримують обробку осаду та забруднюють природні водойми, до яких потраплять очищені стічні води. Тверді відходи, до яких включають і забруднення від суконної та шерстепрядильної фабрик, необхідно видалити на транспортерну стрічку, далі — до вмістилища виключаючи стадію подрібнення, забезпечивши потім вивіз та захоронення [9].

Решта забруднень надходить до подрібнення. Подрібнені забруднення, розбавляють водою та подають у жироприймальну камеру первинних відстійників, звідки вони дістаються плунжерними помпами помпової станції №1 і передаються на мулові майданчики [10].

Стічні води подаються на горизонтальні пісковловлювачі, після виловлення включень великого розміру, там осідає пісок та великі мінеральні домішки. Горизонтальні пісковловлювачі (3 од.), площею 600 м², розраховані на вловлення мінеральних часток розмірами 0,2 мм і більше, наявні у стічних водах у зваженому стані [2].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215				Арк				
									13				
									Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат



Рисунок 1.6 — Горизонтальний пісковловлювач

Осідання часток зазначених вище розмірів здійснюється за рахунок гідравлічного розрахування споруд при швидкості потоку стічних вод від 0,15 до 0,3 м/сек.

Відділення осадів із пісковловлювачів відбувається за допомогою гідроелеватору, з періодичністю видалення, яку встановлюють у процесі експлуатації [11].

Пісок із пісковловлювачів подається для осушення на піскові площадки гідроелеваторами.

На головній розподільчій чаші, після водомірного вузла, відбувається розподіл потоків стічної води за чергами .

По лотку Вентурі, площею 106,9 м² , стічні води потрапляють до первинних радіальних відстійників [2].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215



Рисунок 1.7 — Лоток Вентурі (вимірювальний)

Первинні радіальні відстійники необхідні для осадження органічних часток, наявних у зваженому стані у стоках (див. рис. 1.8).



Рисунок 1.8 — Первинні радіальні відстійники першої черги

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

15

Первинні радіальні відстійники, площею 5143,32 м², згруповані з двох відстійників Ø24м I черги будівництва, шістьох відстійників Ø30м II, III та IV черги будівництва, двох помпових станцій та системи розподілення [2].

Після водовимірювального лотка стоки надходять у розподільну чашу і, за рахунок незатоплених водозливів з широким порогом, подаються рівномірно на робочі відстійники. Видалення частково очищеної води від відстійників здійснюється системою підземних дюкерних трубопроводів. Осад, який осідає на дні відстійників, збирається двокрилими мулочосами у муловий приямок, що знаходиться в центрі відстійника. Прибирання осаду з приямку виконується за допомогою плунжерних pomp, які перекачують осад до мулоущільнювачів. Легкі речовини, що спливають на поверхню у відстійнику, затримують всередині нього напівзануреними дошками, встановленими перед переливним бортом збірної лотка [9].

Речовини, що сплили на поверхню видаляються також напівзануреними дошками, прикріпленими до рухомої ферми мулочосу, яка поступово заганяє ці речовини до периферії відстійника, щоб потім скинути до збірника пристрою для видалення плавучих речовин. Речовини, що встигли накопичитись в жирозбірнику час від часу перекачують помпами на мулові майданчики [7].

Жири, які виплили на поверхню збираються напівзануреною дошкою до бункеру, а з нього до жирозбірнику, де відкачуються помпами, що встановлені у плунжерній помповій станції сирого осаду, на мулові ставки [10].

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

16

Вологий осад із первинних відстійників плунжерними помпами надається до цеху механічного зневоднення у приймальний резервуар, з якого надходить на центрифуги.

Фугат вологого осаду з надлишковим сирим мулом оброблюють на кондиціонері для подальшого їх скиду на мулові майданчики. Частина фугату подається до головної розподільчої чаші та до верхнього каналу аеротенків [12].

Вода з дренажу від мулових майданчиків перекачується до голови споруд.

2) Етап біологічного очищення

Частково очищена вода після первинних відстійників подається до аеротенків, де за рахунок кисню у складі повітря, що надходить крізь фільтровні пластини, і активного мулу відбувається біологічна очистка стічних вод (див. рис. 1.9).



Рисунок 1.9 — Аеротенки першої черги

Площа аеротенків першої черги (4 од.) — 11424 м^2 .

Площа аеротенків другої черги (2 од.) — 5472 м^2 .

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк

циркуляційного активного мулу в аеротенках приймається в розмірі 60 % від добової витрати стічних вод [15].



Рисунок 1.10 — Вторинні відстійники

Очищена стічна вода з активним мулом надходить до групової розподільчої чаші, що знаходиться у центрі групи.

Ця суміш рівномірно надається на робочі відстійники за рахунок незатоплених водозливів з широким порогом . Дюкером суміш подається із чаші у відстійник, а далі — розподільчий пристрій, що знаходиться у центрі відстійника. Дюнкер прокладено під дном відстійника [16].

Після розподільчого пристрою, суміш надходить в простір, який обмежено стінками металевого спрямувального циліндра, який здійснює необхідне заспокоєння, поділ у радіальних напрямках, а також заглиблення потоку суміші у відстійнику, що дозволяє використовувати робочий об'єм відстійника на повну [17].

Вихід очищеної води здійснюється крізь водозлив, чим служить стінка периферійного лотка, що знаходиться близ внутрішньої сторони стінки відстійника.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

19

Скид освітленої води із відстійників здійснюється системою підземних дюкерних трубопроводів.

Мул очисних споруд, що осів на дно відстійника із суміші, забирається самопливом за рахунок гідростатичного тиску та помпи, яка обертається, та з якого мул сталевною трубою, що прокладена під дном відстійника, подається до камер випуску мулу [18].

Від мулових камер мул поступає до камери мулопомпової, а далі — в аеротенки (активний мул), надлишковий активний мул подається у мулоущільнювач. Зниження вологості надлишкового активного мулу забезпечує мулоущільнювач, що являє собою первинний радіальний відстійник Ø24 м з місткістю 2190 м³.

Мулова помпова станція має площу 185,53 м² [2].

Надлишковий активний мул, який вже ущільнено у мулоущільнювачі видаляється плунжерними помпами помпової станції №2, що потім подається на мулові майданчики, площа яких становить (5 од.) 23100 м², із сирим осадом первинних відстійників.

Стічні води знезаражують рідким хлором у хлораторній.

До тарифу на централізоване водопостачання та водовідведення не входять витрати на капітальний ремонт чи реконструкцію очисних споруд, тобто, можна дійти висновку, що за весь час їх роботи відбувався лиш вибірковий ремонт і часткова зміна обладнання, що давало змогу підвищити ефективність роботи окремих вузлів [1].

КП «Міськводоканал» СМР не раз повідомляло Сумську міську раду про проблему реконструкції очисних споруд, а також державні повноважні органи, інших профільних організацій. У результаті повідомлень було отримано рекомендації і комерційні пропозиції, а також із бюджету міста було виділено кошти для

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

20

розробки техніко — економічного обґрунтування об'єкту «Реконструкція міських очисних споруд КП «Міськводоканал» Сумської міської ради», що розробило ТОВ ВП «Промислові системи». Однак даних коштів було недостатньо, за попередніми підрахунками, на реконструкцію сумських міських очисних споруд потрібно близько 700 млн грн [1].

Задля підвищення ефективності очищення і захисту навколишнього природного середовища, КП «Міськводоканал» СМР домовились з НЕФКО стосовно забезпечення додаткових коштів на часткової реконструкції каналізаційних міських очисних споруд у рамках здійснення інвестиційного проекту «Модернізація та реконструкція системи водовідведення у місті Суми». Технічне завдання вже розроблено та погоджено, тендер проведено, а також надано 7 млн грн. з бюджету Сумської міської ОТГ для розробки проектно-кошторисної документації. На кошти міського бюджету планують купити повітродувки. [1].

Наявність у зворотних водах до 15 мг/дм³ зважених часток, за час роботи очисних споруд — причина виникнення донних мулових осадів. У разі підвищенням температури, через створення анаеробних зон, відбуваються процеси денітрифікації. Що призводить до розриву окремих пластівців мулу, які осіли на дні, газоподібним азотом — дефлокуляція на дрібні ферменти, що далі впливають на поверхню води [3].

За останні роки спостерігається погіршення ситуації з причини відсутності повеней, які забезпечували промивання русла річки Псел від донних осадів.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

1.2 Результати екологічного контролю, який здійснювався екологічною інспекцією м. Суми

Після аналізу даних лабораторних досліджень підземних вод близ мулових площадок (див.табл. 1.1), можна дійти висновку, що показник “Загальна жорсткість”, зі значенням $7,40 \text{ ммоль/дм}^3$, не відповідає ГДК, яка становить $7 \text{ мг-екв/дм}^3 = 3,5 \text{ ммоль/дм}^3$. Інші показники відповідають нормативам [19].

Таблиця 1.1 — Дані, отримані після лабораторних досліджень підземних вод в районі розташування мулових майданчиків (природне джерело, с.Барвінкове) за березень 2020 рік [5]

№	Показники	Фактична концентрація
1	Запах при 200 °С, бали	0
2	Запах при 600 °С, бали	0
3	Забарвленість, градуси	3,4
4	Каламутність, НОК	0,26
5	Смак та присмак, бали	0
6	Водневий показник, одиниці	7,75
7	Залізо загальне, мг/куб.дм	0,02
8	Загальна жорсткість, ммоль/куб.дм	7,40
9	Марганець, мг/куб.дм	<0,005
10	Мідь, мг/куб.дм	0,0025
11	Сухий залишок, мг/куб.дм	510
12	Хлор залишковий вільний, мг/куб.дм	0,42
13	Хлориди, мг/куб.дм	13,95
14	Цинк, мг/куб.дм	<0,0025
15	Нафтопродукти, мг/куб.дм	<0,005

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

22

Продовження таблиці 1.1

16	Поверхнево-активні речовини, мг/куб.дм	<0,025
17	Алюміній, мг/куб.дм	<0,15
18	Амоній, мг/куб.дм	<0,05
19	Кадмій, мг/куб.дм	<0,0001
20	Кремній, мг/куб.дм	9,70
21	Миш'як, мг/куб.дм	<0,01
22	Молібден, мг/куб.дм	<0,01
23	Натрій, мг/куб.дм	23,65
24	Нітрати, мг/куб.дм	<0,1
25	Нітрити, мг/куб.дм	<0,003
26	Ртуть, мг/куб.дм	<0,0005
27	Свинець, мг/куб.дм	<0,005
28	Кобальт, мг/куб.дм	<0,0001
29	Нікель, мг/куб.дм	<0,0022
30	Селен, мг/куб.дм	0,0096
31	Хром загальний, мг/куб.дм	0,0085
32	Поліфосфати, мг/куб.дм	<0,01

Після аналізу якості зворотних вод (див. табл. 1.2) було помічено перевищення рівень ГДК у таких показників:

Завислі речовини = $26,87 \text{ мг/дм}^3$, при ГДК $15,00 \text{ мг/дм}^3$ [5].

Хімічне споживання кисню = $46,80 \text{ мг/дм}^3$, при ГДК $37,00 \text{ мг/дм}^3$ [5].

Біологічне споживання кисню $5 = 20,30 \text{ мг/дм}^3$, при ГДК $15,00 \text{ мг/дм}^3$ (при $t=20^\circ\text{C}$) [5].

Що вказує на недостатнє очищення стоків і застарілість обладнання.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Таблиця 1.2 — Якісний склад скинутих зворотних вод у поверхневий водний об'єкт р. Псел за березень місяць 2020 рік [5]

№ п/п	Показники	Фактична концентрація, мг/дм ³
1	Нітрити	0,33
2	Хлориди	85,60
3	Завислі речовини	26,87
4	Азот амонійний	0,10
5	Нітрати	19,24
6	Водневий показник	7,89
7	Фосфати	4,01
8	Лужність	6,33
9	Нафтопродукти	<0,005
10	СПАР	<0,025
11	ХСК	46,80-37,00
12	Залишковий хлор	0,70
13	Сірководень	—
14	Сухий залишок	676,00
16	БСК5	20,30
17	Сульфати	80,26
18	Залізо	0,12
19	Мідь	0,005
20	Цинк	0,006

Загальний обсяг зворотних вод, що було скинуто до об'єкт р. Псел за лютий місяць 2020 р. становить – 992670,0 м³ [2].

1.3 Огляд альтернативних технологій утилізації

Для ефективною розробки стратегії поводження з осадом стічних вод потрібно насамперед визначити оптимальні способи

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

24

використання чи розміщення, а також характеристики продуктів (кількісні та якісні) для кожного варіанту.

Потім визначаються технології отримання необхідних продуктів (наприклад, осад проходить анаеробне зброджування або не піддається обробці, зневоднюється або висушується) для реалізації найкращих варіантів безпечного застосування та розміщення [20].

Виходячи з європейського досвіду та перспективних напрямків використання та розміщення осаду стічних вод у країнах ЄС, такі варіанти визнаються в якості екологічно стійких:

1. Внесення осаду стічних вод у ґрунт:

- Сільське господарство - вирощування харчових та технічних культур, у тому числі паливних.
- Рекультивація порушених земель на об'єктах промислового виробництва та видобутку корисних копалин.
- Лісне господарство.
- Озеленення - міські парки, благоустрій територій та ін.

2. Відходи в енергію (одержання енергії з відходів):

- Моно-спалювання - спалювання тільки осаду стічних вод.
- Встановлення спалювання твердих комунальних відходів.
- Цементні печі.
- Електростанції.
- Альтернативні технології конверсії - піроліз, газифікація та ін.

3. Розміщення на полігоні.

Слід зазначити, що виробіток енергії з відходів є кінцевим етапом. розміщення осаду, оскільки це процес руйнування осаду, після якого не потрібна його подальша обробка (хоча можлива переробка отриманих продуктів спалювання, наприклад, золи) [21].

Підп. і дата	
Інв. № доц. бл.	
Взаєм. інв.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ доцум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

25

РОЗДІЛ 2 SWOT-АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДУ

2.1 SWOT-аналіз використання осаду стічних вод як добрива.

При наявності органіки осад очисних споруд можна використовувати як добриво. Суха речовина новоутвореного мулу складається приблизно з 70% органічної речовини, до 6-7% азоту, приблизно стільки ж фосфору і до 0,5% калію.

Крім того, мул містить мікроелементи, необхідні для стабільного росту рослин. За цими показниками мулові відкладення можна вважати цінними органічними мінеральними, азотними та фосфорними добривами, що відповідають українським національним стандартам [22].

Таблиця 2.1 — Сильні та слабкі сторони використання осаду в якості добрив

Сильні сторони	Слабкі сторони
До складу мулу входять мікроелементи, необхідні для стабільного росту рослин. За цими показниками мулові відкладення можна вважати цінними органічними мінеральними азотними і фосфорними добривами, що відповідають українським національним стандартам.	Тільки за наявності органічної речовини осад очисних споруд можна використовувати як добриво. Виробництво органічних інгредієнтів створює додатковий тягар для НПС.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
------	-----	----------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

26

Продовження таблиці 2.1

Виробництво цього добрива не залежить від економічної ситуації в країні, а оскільки сировиною є відходи, воно також використовує невичерпні ресурси.	Осад стічних вод концентрує основні токсини. За даними ЮНЕСКО, це найнебезпечніший забруднювач.
Зменшення площ мулових майданчиків.	Обмежений відсоток мулу в добривах. Це затримує зменшення площі мулу
Для використання цього методу не потрібно купувати додаткове обладнання. Тобто додаткового навантаження на НПС немає.	Особливу загрозу становлять хлор- і сірковмісні сполуки та металоорганічні компоненти, які зазвичай є суперекотоксичними речовинами і обмежують використання мулу як добрива.

Таблиця 2.2 — Можливості та загрози використання осаду в якості добрив

Можливості	Загрози
Інтеграція законів до законодавства ЄС, особливо екологічного, сприятиме використанню відходів як сировини. У країнах ЄС існує загальний порядок використання осаду стічних вод як органічного мінерального добрива в сільському господарстві, який регулюється Директивою ЄС № 86/278/ЕЕС.	Зміни в законодавстві можуть затримати використання мулу як добрива.
Удосконалення технології, щоб мінімізувати присутність токсичних речовин у сухому мулі.	Уряд не цікавиться екологічними проблемами.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

27

Продовження таблиці 2.2

Держава може підтримати розвиток та використання відходів як сировини.	Частка накопиченого мулу буде значно перевищувати відсоток його використання.
Через їх екологічність є попит на ці добрива.	

Таблиця 2.3 — Перелік стратегічних проблем технології

Поле матриці SWOT	Стратегічні проблеми, сформульовані на основі виявлення парних комбінацій сильних і слабких сторін підприємства з можливостями та загрозами в зовнішньому середовищі	Оцінка факторів, у балах
СіМ	Інтеграція законодавства до законів Європейського союзу.	4
	Попит на ці добрива за рахунок екологічності.	3
	Зменшення площі мулових майданчиків.	5
СЛМ	Вдосконалення технології	5
	Підтримка від держави	4
СіЗ	Відсутність зацікавленості уряду.	4
СЛЗ	Відсоток накопичення осаду значно більший за відсоток його використання.	4
	Зміни у законодавстві.	1

Було виконано матрицю SWOT-аналізу (див. додаток А), де визначино ступінь ефективності методу.

Інв. № подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв.	Підп. і дата
Інв. № дубл.	Підп. і дата

2.2 SWOT-аналіз утилізації осаду стічних вод шляхом їх складування

Мулові поля використовуються для зберігання осаду з осаду стічних вод.

Спосіб роботи мулового поля включає наповнення рідким мулом, фільтрацію через дренажні фільтрувальні пристрої та дамби, відведення надмулової води через дренажні колодязі, підтримання та видалення зневодненого мулу [23].

Перед заповненням майданчик має бути огорожений нижнім шаром дамби, а труби 3-х дренажних пристроїв закриті знімними заглушками. У процесі заповнення, з накопиченням осаду, кількість шарів під дамбою і висоту дренажного колодязя періодично збільшують [22].

Після того, як заповнять мулове поле до вершини дамби роблять витримку. У той же час дренажна труба звільняється від заглушки і зневоднюється через пристрій дренажного фільтра та фільтр дамби. Під час процесу витримки стічні осадки ретельно стабілізували та знезаражували [24].

Таблиця 2.4 — Сильні та слабкі сторони складування осаду

Сильні сторони	Слабкі сторони
Технологія проста.	Низький ефект зневоднення.
Низькі експлуатаційні затрати.	Займають великі площі.
Однороникна основа зі стінками. Таким чином можна відділити мул і зменшити вплив на НПС.	Зневоднення мулової суміші до 80% може тривати від 3 до 10 років.

Підп. і дата	Інв.№ доц.	Взаєм.інв.	Підп. і дата	Інв.№ подл.

Вип	Арк	№ док.м.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

29

Продовження таблиці 2.4

В якості фільтруючих матеріалів для дренажних і вертикальних фільтрів використовуються різні матеріали, включаючи зневоднений стабілізований осад стічних вод.	Багато ручної праці.
--	----------------------

Таблиця 2.5 — Можливості та загрози складування осаду

Можливості	Загрози
Виділення додаткові площі під мулові поля.	Опади можуть зменшити ефект зневоднення.
Збільшення інтенсивності зневоднення	Постійне збільшення площ для мулових полей.
Використання вертикальних фільтруючих пристроїв.	Токсини мулу можуть спричинити отруєння ґрунту та підземних вод. двадцять два.

Таблиця 2.6 — Перелік стратегічних проблем складування

Поле матриці SWOT	Стратегічні проблеми, сформульовані на основі виявлення парних комбінацій сильних і слабких сторін підприємства з можливостями та загрозами в зовнішньому середовищі	Оцінка факторів, у балах
СiМ	Одонопроникна основа з огорожувальними стінками.	5
	Фільтруючі матеріали для дренажів і вертикальних фільтри.	4
СЛМ	Інтенсифікації зневоднення	5
	Відведення під мулові майданчики додаткових територій.	5
	Використання вертикальних фільтруючих пристроїв.	4

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

30

РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ ОСАДУ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Сільськогосподарське застосування обробленого осаду стічних вод у багатьох випадках є стійким рішенням і пропонує більш економічну альтернативу хімічних добрив.

У ґрунт на полях можна вносити осади після обробки у будь-якій формі (рідкий осад, зневоднений кек, висушений осад). При використанні обробленого осаду необхідно враховувати певні технічні, екологічні та цінові аспекти, пов'язані зі зберіганням, транспортуванням, внесенням матеріалу в ґрунт, а також контролем дотримання стандартів якості [26].

Площі угідь для внесення обробленого осаду у ґрунт та попит, яким цей матеріал може користуватися у фермерів, залежить від багатьох факторів, наприклад:

- Розмір фермерських господарств – в організаційному та адміністративному відношенні, оброблений простіше застосовувати на полях великих господарств (сільськогосподарських підприємств), ніж у дрібних (індивідуальних) селян [27].
- Вирощувані культури – можуть бути встановлені обмеження на застосування обробленого осаду на полях, де вирощуються овочі, ягідні культури, на пасовищах, а також навколо фруктових дерев (зазвичай встановлюється вимога про те, щоб внесення у ґрунт виконувалося не пізніше, ніж за 10 місяців до збирання врожаю). Оброблений осад можна використовувати для вирощування всіх польових культур, а також енергетичних культур, що вирощуються для отримання біопалива або біомаси [28].
- Вимоги до якості осаду та ґрунту, що встановлюються для внесення обробленого осаду, у тому числі обмеження за вмістом біогенних

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
Вип	Арк	№ док.м.	Підп.	Дат		33

дозволена доза внесення до ґрунту складе 3,4 тСВ/га та 5 тСВ/га, відповідно в межах ЗУН та поза ЗУН [26].

Європейський досвід показує, що у більшості випадків утилізація шляхом внесення осаду в ґрунт залишається доцільним навіть якщо практичне застосування осаду можливе лише на 5-10% потенційно доступних земель. При цьому враховується той факт, що осад буде використовуватися не всіма фермерами і не кожен рік, а також те, що внесення осаду в ґрунт не скрізь можливе (наприклад, на ділянках з крутим ухилом, поблизу водойм, житлових будівель тощо)[27].

У багатьох регіонах Європи діє політика стимулювання утилізації осаду з очисних споруд на сільськогосподарських угіддях, за умови, що при цьому дотримуються норми санітарної та екологічної безпеки. Утилізація осаду у сільському господарстві допускається в тих випадках, коли внесення органічних речовин та біогенних елементів покращують якість ґрунтів та вирощуваних культур[30].

Можливість використання осаду очисних споруд як добрива у сільському господарстві залежить від низки чинників, саме: простота транспортування та внесення у ґрунт; знижений вміст важких металів або біологічна доступність для рослин; здатність виключити забруднення вирощуваних культур та ризику для здоров'я тварин і людей у зв'язку з можливою присутністю патогенних мікроорганізмів; агрономічна цінність осаду (зміст органіки, біогенних елементів у легко доступній для рослин формі, водневий показник тощо) [33].

Щоб виключити можливість ризиків для здоров'я людей осад, який не вводиться безпосередньо в ґрунт струменем або іншим способом, повинен попередньо пройти біологічну, хімічну або термічну обробку в процесі тривалого зберігання або за іншою технологією, що знижує його здатність до ферментації (і, відповідно, утворенню неприємних запахів) та ризику для здоров'я[32].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

35

Оскільки у складі мулу Сумських очисних споруд присутні токсичні речовини, але їх вміст не перевищує ГДК, то можливе його використання у якості добрив.

Таблиця 3.1 — Умови використання осадів стічних вод у якості добрив

Умови, що визначають можливість застосування	Враховуються компоненти витрат
Наявність відповідних сільськогосподарських угідь у достатній кількості (переважно великі механізовані землеробські підприємства, готові використовувати такі добрива, без спеціальних обмежень навантаження за біогенними елементами).	Моніторинг та ведення обліку (в ідеалі, необхідно відстежувати кількість осадів, внесених на кожному полі, щоб виключити ризик надмірного застосування).
Фермери (або підприємство з очищення стічних вод) повинні забезпечити безпечне зберігання обробленого осаду до настання сезону внесення його до ґрунту.	Транспортування.
Місцевість має бути доступною для транспорту (топографічні умови) при малому ризику впливу на місцеві водні ресурси, селітебні території та довкілля.	Техніка та обладнання для внесення обробленого осаду до ґрунту.
Осади у вигляді відповідного (зброженого) продукту, відповідного нормативам якості.	У регіонах з високим попитом можливе стягнення з фермерів плати за постачання обробленого осаду, але здебільшого випадків його надають безкоштовно (за само вивіз)
Навчальні програми для фермерів, підприємств з очищення стічних вод та органів природоохоронного регулювання по безпечним та екологічним технологіям та методам застосування осаду в сільському господарстві	Оплата праці працівників.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

36

Продовження таблиці 3.1

Маркетингова програма з роз'ясненням вигод використання осаду в сільському господарстві як для фермерів, так і для продовольчих магазинів (які купують продукти у фермерів).	Маркетингові та навчальні програми.
Економічно обґрунтоване застосування починається від 0+ тСВ/добу.	

3.1 Розгляд технології виготовлення добрив шляхом компостування

Існують два способи компостування:

- компостування у буртах – природний спосіб біоокислення. І тут переробляється невелика кількість мулу;
- компостування в біоконвекторах – компостування з примусовою аерацією.

У світовій практиці використовуються обидва способи. При компостуванні в біоконвекторах компостування скорочується до 2-3 тижнів, а в кращому випадку до 3-7 днів. Витрати енергії для приготування 1 т продукту становлять 20-190 кВт [35].

Найбільший інтерес представляють технології, що створюють умови бурхливого розвитку мікроорганізмів, що виділяють біогенні речовини (фітоліни), які пригнічують розвиток інших мікроорганізмів [36].

Процес біоферментації торфо-мулових сумішей на добриво полягає в бурхливому розвитку за сприятливих умов спочатку мезофільних мікроорганізмів ($t_{\min} = 10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 35-47\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}} = 30-45\text{ }^{\circ}\text{C}$), а потім термофільних мікроорганізмів ($t_{\min} = 40-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}} = 55-75\text{ }^{\circ}\text{C}$). При проведенні компостування в умовах примусової аерації можна створити умови для переважного розвитку актиноміцетів, що виділяють антибіотик Actinomycetes Streptomycine, які пригнічують багато бактерій, у тому числі гнильні та мікробактерії [37].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Зростання температури всередині бурта позбавляє насіння бур'янів що знаходиться в суміші можливості зростати і значною мірою вбиває хвороботворну мікрофлору, личинки, яйця гельмінтів, лялечки мух. Час компостування складає 5-8 міс [38].

Для інтенсифікації процесу можна використовувати селективні культури мікроорганізмів. Наприклад, культуру термофільних актиноміцетів вирощують у лабораторних умовах у середовищі Космачова: на 1 л водопровідної води (г): KNO_3 – 1; $(NH_4)_2SO_4$ - 1; Na_2HPO_4 - 1; $MgSO_4$ - 0,5; $FeSO_4$ - 1; крейда - 4; крохмаль - 20; агар - 20; рН середовища 7,2-7,5; вносять у закладений бурт заввишки 2,5-3,0, шириною щонайменше 4 м; довжина бурта довільна, мінімальна маса - 200 т. Усередину бурта укладаються перфоровані труби, якими проганяється повітря з допомогою компресора чи вентилятора [39].

Для нормального перебігу біотермічних процесів необхідно дотримуватися таких умов:

- кількість сухих речовин – 30-40 %;
- вологість – не більше 70 %;
- співвідношення C:N = 20:1-30:1;
- рН середовища 6,0-8,0 [40].

За дотримання цих вимог температура всередині бурта піднімається до 55-60 °С і вище до 70 °С. Через два тижні бурт необхідно перемішати для досягнення біотермічного процесу у всіх шарах суміші, що компостується [41].

Склад компосту на торф'яній основі (торфо-мулова суміш):

- частка вологи 70 %;
- частка фосфору на атмосферні стічні води не менше ніж 0,5 %;
- кут природного укусу бурта 36-43 ° [40].

Щоб маса, що компостується, не замерзала взимку, кожен штабель закладають протягом можливо короткого часу (1-2 дні) і вкривають шаром торфу товщиною 30 см. Для підвищення температури в бурті з метою більш

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
						38
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

інтенсивного проведення біохімічних процесів доцільно використовувати соломку [38].

Приготування торфо-мулового компосту в польових умовах можна проводити за наступною технологією (рис. 3.1): зневоднений осад шнековою або гвинтовою помпою 2 з карти по трубопроводу разом з аміачною водою подається в змішувач 6; віддозована торфокрихта з шаром мінеральних добавок стрічковим транспортером 5 подається в змішувач 6 із змішувача торфо-мулова суміш скребковим транспортером 7 подається в бункер-накопичувач 8. По мірі накопичення маси в бункері її вивантажують у мобільні транспортні засоби [34].

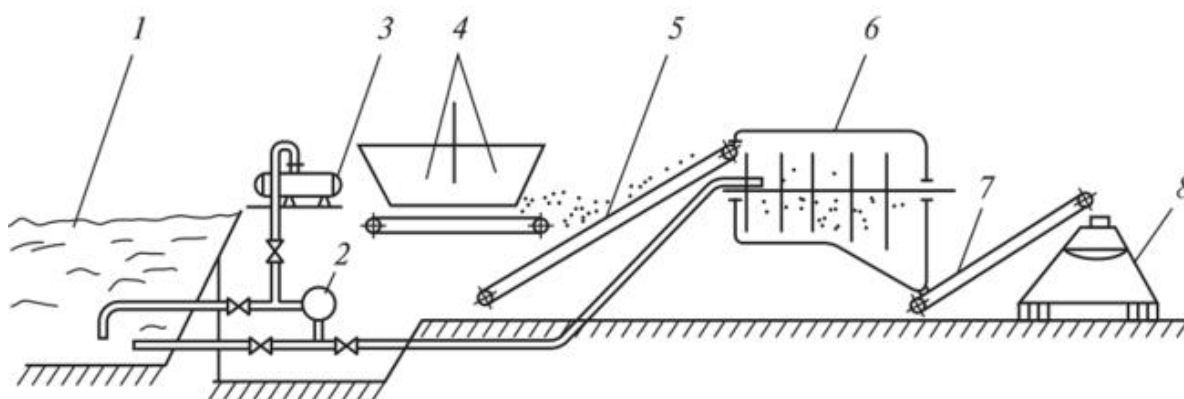


Рисунок 3.1 — Технологічна схема приготування добрив з використанням мулу з очисних споруд: 1 - мулова карта; 2 - помпа; 3 - резервуар; 4 - класифікатор; 5,7- транспортер; 6 - змішувач; 8 - тракторний візок [34].

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№подл.

РОЗДІЛ 4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРАХУНОК

4.1 Вибір обладнання установки для виготовлення добрив

У теорії, будь-яка машина може змішувати компоненти між собою. Проте, ступінь однорідності такої суміші буде невеликою. Через це для промисловості випускають спеціальні змішувачі, що різняться поміж собою за типом робочого органа, об'ємом змішуваних порцій, ітд [35].

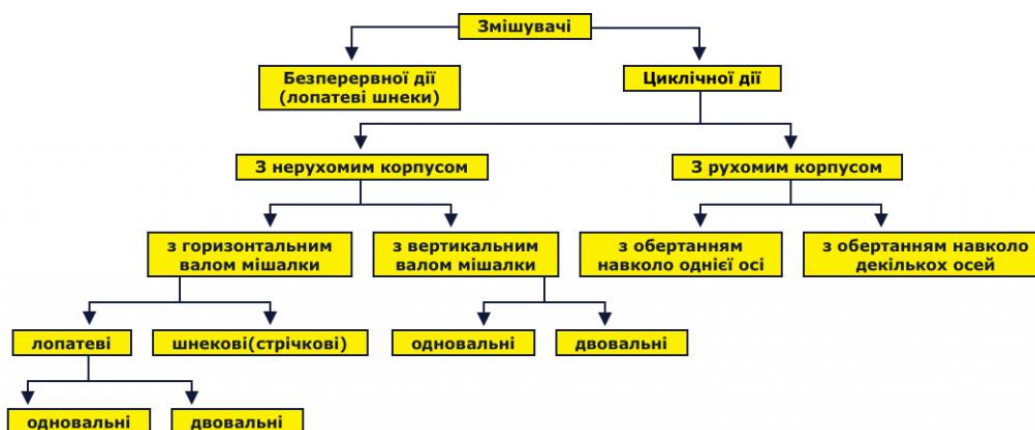


Рисунок 4.1 — Види змішувачів [35]

Суміш у буртах протягом 30-45 днів кілька разів (через 6-8 днів) перемішують. Температура у бурті має перевищувати 60-65 °С.

Для торфо-гною компостів застосовується як верховий, так і низинний торф. Залежно від ступеня розкладання та вологості торфу встановлені певні співвідношення між торфом та гноєм. Відходи бійнь, гній та фекалії перемішуються з торфом, який добре поглинає аміак. Рідкий компонент додається шляхом наповнення борозен глибиною 15-20 см на відстані 1 м один від одного. Вологість компосту має бути 60-70%. Компост закладається у бурти шириною 8-10 м і висотою 1,5-2 м. Компоненти укладаються шарами по 5-10 см. Вниз закладається торф, який має більшу вологоємність [35].

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

40

ступенем насиченості основами та високим вмістом фосфору. Усі добрива вносили навесні під основний обробіток ґрунту [39].

Дані щодо врожайності картоплі та вмісту крохмалю в бульбах наведено у табл. 4.2, з якої видно, що торфо-муловий компост при своїй нижчій собівартості може мати більший ефект на накопичення врожаю.

Економічні дослідження показали, що 1 т вологої мікробної біомаси при використанні її як добрива може забезпечити додатковий дохід за рахунок отримання врожаю [37].

Таблиця 4.2 — Урожайність та вміст крохмалю в бульбах картоплі у контрольному досвіді та з додаванням різних добрив [39]

№ п/п	Варіант досліду	Середня врожайність, ц/га	Прибавка		Вміст крохмалю, %
			ц/га	%	
1	Контроль	62,3	–	–	17,09
2	N ₁₄₆ P ₁₄₀ K ₂₇₇	103,6	40,4	63,9	17,90
3	МБ 300 кг/га	87,9	24,7	39,1	16,42
4	МБ 600 кг/га	96,2	33,0	52,2	18,05
5	МБ 300 кг/га + P ₃₃ K ₂₂₈	109,9	46,7	73,9	18,70
6	Солома 5 т/га	79,6	16,4	25,9	19,51
7	Солома 5 т/га + N ₁₄₆ P ₁₄₀ K ₂₇₇	115,5	52,5	83,1	14,00
8	Солома 5 т/га + МБ 300 кг/га	89,2	26,0	41,1	12,31
9	Солома 5 т/га + МБ 600 кг/га	98,7	35,5	56,2	17,09
10	Солома 5 т/га + МБ 300 кг/га + P ₃₃ K ₂₂₈	80,3	17,1	27,1	17,76

Інв. № подл. Підп. і дата
 Взаєм. інв. Інв. № дубл. Підп. і дата

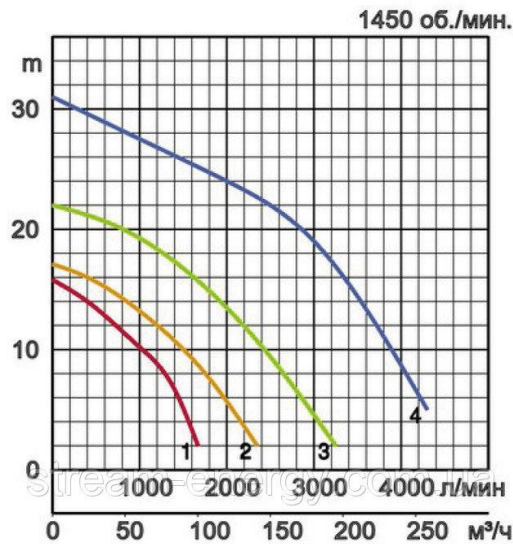


Рисунок 4.2–Характеристики помп Tsurumi KRS2 з агітатором:
1 – KRS2-80; 2- KRS2-100; 3- KRS2-150; 4- KRS2-200 [44]

Таблиця 4.3 – Характеристики помп Tsurumi KRS2 з агітатором [44]

Модель	Колір та, код кривої	Отвір, мм	Потужність двигуна кВт	Номінальна сила струму, А	Максимальний напір, м	Максимальна продуктивність, л/хв	Суха вага, кг, без кабелю	Максимальний діаметр для твердих частинок, мм	Максимальна глибина води, м	Довжина кабелю, м
KRS2-80	▶ 1	80	4,0	9,5	15,8	1670	105,0	30	15	20
KRS2-100	▶ 2	100	6,0	13,0	17,1	2350	145,0	30	15	20
KRS2-150	▶ 3	150	9,0	18,5	22,0	3250	170,0	30	15	20
KRS2-200	▶ 4	200	18,0	35,0	31,0	4300	395,0	30	30	20

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

44

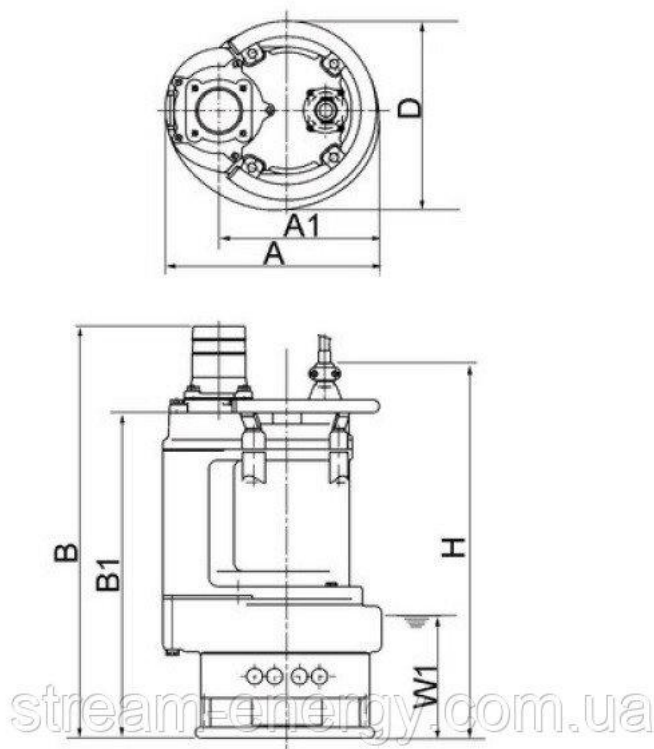


Рисунок 4.3 – Габаритні розміри pomp Tsurumi KRS2 з агітатором [44]

Таблиця 4.4 – Габарити pomp для перекачування суспензій [44]

Модель	A	A1	B	B1	D	H	W1
KRS2-80	349	260	800	680	326	780	265
KRS2-100	415	305	835	697	374	773	270
KRS2-150	433	324	898	718	407	830	270
KRS2-200	576	445	1181	950	530	1140	285

4.2 Розрахунок параметрів обраного обладнання

Гідравлічна потужність та ККД відцентрових pomp

Гідравлічна потужність помпи

$$P_r = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

де ρ – густина рідини [кг/м³];

g – прискорення вільного падіння [м/с²];

Інв. № подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв.	Підп. і дата
Інв. № дубл.	Підп. і дата

				ТС 13176215		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		45

Q – витрата [м³/с];

H – натиск [м] [45].

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g}$$

де p₂ – тиск на напірному патрубку [Па];

p₁ – тиск на всмоктувальному патрубку [Па][46].

ККД помпи

$$n_p = Q \cdot H \cdot \frac{\rho}{3670} \cdot P_2$$

де n_p = ККД помпи;

Q = Подача [м³/год];

H = Натиск [м];

P₂ = Потужність помпи [кВт];

3670 = Постійний коефіцієнт;

ρ = Щільність рідини [кг/м³] [45].

Таблиця 4. 5 – Значання потужності [46]

Помпи з двигуном потужністю	P ₂
до 1,5 кВт	30 %
від 1,5 до 7,5 кВт	35 %
від 7,5 до 45,0 кВт	40 %

Використовується помпа для роботи з мулом ρ – 1500 кг/м³, для розрахунку якої потрібне значення прискорення вільного падіння g – 9,8 м/с², Q – 258 м³/год – 0,07 м³/с, H – 31 м.

$$P_r = 1500 \cdot 9,8 \cdot 0,07 \cdot 31 = 31\ 899$$

$$n_p = 258 \cdot 31 \cdot \frac{1500}{3670} \cdot 0,4 = 1\ 308$$

Також розрахуємо кількість утворених добрив при обробці 1 тони мулу, вологість мулу становить близько 60%, а втрата сухої маси при ферментації

Підп. і дата	
Інв. № доц. бл.	
Взаєм. інв.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

46

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Щодо тематики дипломного проекту Сумських очисних споруд, то відповідно до Закону України “Про охорону праці” сформульовано заходи щодо охорони праці працівників підприємства.

При виконанні трудових обов’язків на робочому місці людина може піддаватися впливу шкідливих і небезпечних факторів. Ці фактори називаються факторами навколишнього середовища та робочої зони, і ці фактори можуть призвести до погіршення здоров’я та самопочуття, зниження працездатності, захворювання та смерті через вплив шкідливих факторів (захворювання, викликане цими факторами). Небезпечні фактори – це фактори, що призводять до травм, опіків, обморожень, інших пошкоджень тіла або окремих його органів, раптової смерті [47].

Відповідно до ГОСТу 12.1.005-88 роботи, що здійснюється на очисних спорудах, відноситься до категорії Ів – легкі роботи. У таблиці 5.1 наведено гігієнічні характеристики метеорологічних умов, які використовуються при проектуванні та очисних спорудах цього проекту [48].

Таблиця 5.1 – Гігієнічні нормативи метеорологічних умов у приміщеннях очисних споруд [47]

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Оптимальна вологість, %	Швидкість руху повітря м/с
Холодний період	Легка Ів	17 – 25	75	не більше 0,2
Теплий період	Легка Ів	19 – 30	60 – при 27° С	0,3 – 0,1

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата
--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Відповідно до ГОСТу 12.0.003 — 99 "Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація", шкідливі і небезпечні виробничі фактори за природою впливу поділяються на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні [49].

Фізичні фактори включають:

- механічні пошкодження;
- підвищена напруга в ланцюзі, що може спричинити коротке замикання через тіло людини (все електрообладнання) – ураження електричним струмом;
- підвищена температура поверхні обладнання (сушарки) – термічні опіки;
- рухомі частини виробничого обладнання (змішувачі тощо);
- недостатнє освітлення робочої зони;
- підвищене запилення повітря робочої зони, в наслідок чого перевищується ГДК, (стадії підготовки сировини, коагулянту, флокулянта) подразнення слизової оболонки очей та дихальних шляхів;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації при обробці приміщень бактерицидними лампами .

До хімічних факторів можна віднести токсичну та подразнюючу дію шкідливих речовин на організм людини, що відбуває через потрапляння речовин через дихальні шляхи, шкіру та слизові оболонки (робота передбачає використання перекису водню, хлору та ін.) [48].

Психофізіологічні фактори включають:

- нервові та психічні перевантаження;
- монотонна робота;
- вилучення зорових рецепторів.

Електробезпека мають забезпечувати:

- технічні методи та способи захисту;
- будівництво електроустановок;
- організаційно-технічні заходи [49].

Інв.№подл.	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

50

- приміщення з біологічним фільтром обладнане механічною вентиляцією, а швидкість повітрообміну розрахована за СНиП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- канал для подачі активного мулу і стічних вод і канал для скидання очищеної води з шириною до 0,8 м повинні закриватися дерев'яними дошками або бетонними плитами. канали шириною 0,8 м і вище, відкриті канали глибиною 1 м і вище, ширина моста не менше 0,7 м, висота поручня не менше 1 м;
- усі клапани повітропроводів мають бути позначені в машинному відділенні номером, що відповідає схемі та покажчикам повороту для системи кисню і відкривання.
- уздовж всього повітропроводу необхідно встановити вентиля, а для перевірки тиску – прикріпити манометр;
- фільтрувальну пластину аеротенка протирають металевою щіткою з 15-30% розчином соляної кислоти. Розчин соляної кислоти готують і обробляють пластини, розташовані під вентиляційною витяжкою з бічним відтоком. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним взуттям, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до НПАОП 5.1.11-3.01-04 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту»;
- освітленість робочого місця повинна відповідати СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення». Допускається поєднання природного зі штучним. Природне освітлення представлене віконними прорізами (бічне одностороннє). Штучне освітлення забезпечується світильниками з газорозрядними лампами [47].

5.2 Розрахунок прожекторного освітлення виробничого майданчику

При розрахунку прожекторного освітлення основним завданням є визначення кількості прожекторів (табл. 5.2) для формування нормативного

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
						52
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

значення освітленості горизонтальної площини за видом робіт. Розрахунок прожекторної установки полягає в тому, щоб визначити:

- кількість прожекторів, встановлених для отримання заданого освітлення;
- місце встановлення прожекторних щогл і прожекторів;
- висоти прожектора, встановленого на освітлюваній поверхні;
- кут нахилу вертикального та розвороту прожектора у горизонтальну площину [48].

Щогли висотою від 10 до 50 м використовуються для прожекторів і виготовляються з дерева, металу, залізобетону та алюмінієвого сплаву. Відстань між щоглами, що використовуються для встановлення прожекторів, повинна бути в межах 5-8-кратної висоти щогл. Якщо освітлення забезпечує необхідні умови для руху транспортних засобів і пішоходів, то допускається збільшити відстань між ними, тобто допускати значний нерівномірний розподіл світла [49].

Однорядне лінійне розміщення прожекторних щогл (рисунок 5.1, а) використовується для освітлення вузьких ділянок виробничого майданчика, шириною до 100-150 м, дворядних (рис. 5.1, б, в) - для створення покращення умов освітлення та усунення різких тіней на вертикальній горизонтальній площині. При монтажі в два-три ряди (рисунок 5.1, г) необхідно вибирати більш ефективне шахове розташування, оскільки підвищується рівномірність розподілу освітлення [47].

Таблиця 5.2 — Освітлення робочих поверхонь для робочих місць за межами будівлі

Розряд зорової роботи	Відношення мінімального розміру об'єкта розрізнення до відстані від цього об'єкта до очей робочого	Мінімальна освітленість у горизонтальній площині, лк
IX	Менше $0,05 \cdot 10^{-2}$	50
X	Від $0,05 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	30

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Продовження таблиці 5.3

XI	Від $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-2}$	20
XII	Від $2 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$	10
XIII	Від $5 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^{-2}$	5
XIV	Більше $10 \cdot 10^{-2}$	2

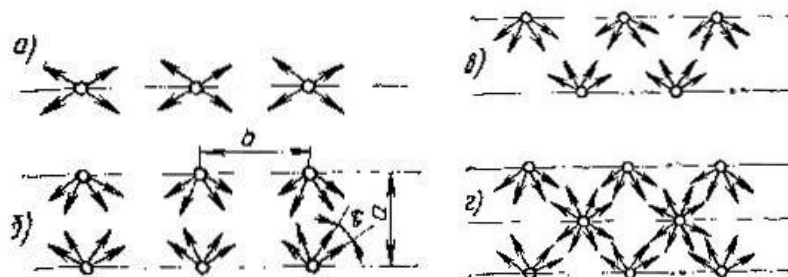


Рисунок 5.1 — Варіанти розміщення прожекторних щогл: а - однорядне; б - дворядне прямокутне; в - дворядне шахове; г – комбіноване [47]

Прожектори розміщують групами на щоглі. Під групою прожекторів розуміється певна їх кількість, встановлених на одній прожекторній опорі, з однаковою висотою від світлоприймаючої поверхні у вертикальній площині та однаковим кутом нахилу. Оптичні осі цієї групи сусідніх прожекторів зміщені одна від одної під кутом (рис. 5). Кут визначає кількість прожекторів у групі ($n = \omega / \tau$, де ω – кут прожекторів у групі) і кількісне значення освітленості, виробленої в освітлюваній зоні. Зі зменшенням кута освітленість ділянки збільшується, а зі збільшенням – зменшується [48].

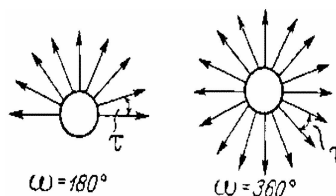


Рисунок 5.2 — Визначення кута

Аналіз розподілу освітлення різних груп прожекторів показує, що при встановленні прожекторів з кутом до 20° для прожекторів ПЗС-45, 15° — для

Інв. № подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв.	Інв. № дубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

ПЗС-35 можна точно розрахувати природні прожектори. у вигляді кривої $E=f(l)$, де l – відстань від дна щогли на площині (рисунок 5.3) [47].

Графік на осі абсцис, відкладеною не l , а l/H , на осі ординат - не E , а EN^2 .

Для кута 10° наведена крива $E = f(l)$ з різними значеннями кута нахилу Θ . Освітленість під будь-яким іншим значенням кута (більше або менше 10°) визначається за такою формулою: $E_t = cE_{10} = 10$, де $c=10/\tau$ [47].

Кут τ , потрібний для забезпечення конкретній точці нормованго освітлення E_n при коефіцієнті запасу K , обчислюють за формулою: $\tau = 10E_n / (KE_n)$ [21].

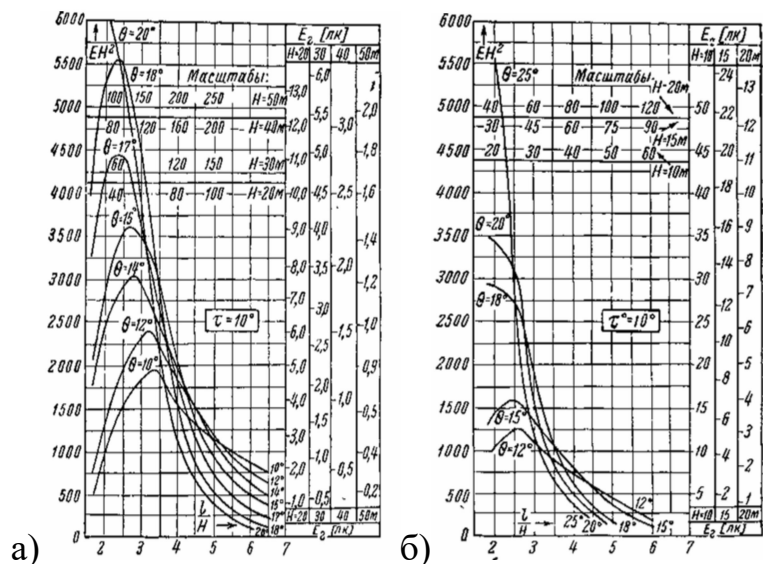


Рисунок 5.3 – Графіки визначення освітленості від груп прожекторів: а – прожектори типу ПЗС-45 з лампами 1000 Вт, б – прожектори типу ПЗС-35 з лампами 500 Вт [48]

Якщо освітленість у певній точці створюється кількома групами прожекторів, розташованих на одній або кількох щоглах, значення E_n представляє освітленість, створену групою прожекторів, яка розраховується.

Приблизна кількість n точкових світильників, які необхідно встановити для забезпечення необхідного освітлення, визначається за такою формулою:

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 13176215	Арк
						55

$$n = \frac{m \hat{E} E_i S}{P_{\hat{e}}} \quad [24]$$

де m – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерел світла, ККД прожекторів і коефіцієнт використання світлового потоку, береться за даними таблиці 5.3 ;

K – коефіцієнт запасу (для прожекторів з лампами накаливання дорівнює 1,5, з газорозрядними лампами – 1,7);

E_n – нормована освітленість, визначається за даними таблиці 5.2;

S – площа, що освітлюється;

P_l – потужність ламп, які застосовувано у прожекторі.

Таблиця 5.3 – Орієнтовані значення коефіцієнта m

Джерело світла	Тип прожектору або світильника	Ширина площі, що освітлюється, м	Значення m при розрахунковій освітленості, лк		Джерело світла
			0,5-1,5	2,0-5,0	
ЛН	ПЗС, ПСМ	75-150	0,90	0,30	ЛН
		175-300	0,50	0,25	
Галогенні ЛН	ПКН, ИСУ	75-125	0,35	0,20	Галогенні ЛН
		150-350	0,20	0,15	
Лампи типа ДРЛ	ПЗС, ПЗМ	75-250	0,25	0,13	Лампи типа ДРЛ
		275-350	0,30	0,15	
Лампи типа ДРИ	ПЗС, ПСМ	75-150	0,30	0,10	Лампи типа ДРИ
		175-350	0,16	0,06	
	ОУКсН	150-175	0,75	0,50	
Ксенонова лампа	($H = 30\text{м}$)	200-350	0,50	0,40	Ксенонова лампа

Згідно з завданням треба розрахувати кількість прожекторів, необхідну для створення нормованої освітленості. Вибрати схему розташування й установки груп прожекторів. Врахувати при цьому освітленість від усіх щогл.

Підп. і дата	Інв. № доц. бл.	Взаєм. інв.	Підп. і дата	Інв. № подл.
--------------	-----------------	-------------	--------------	--------------

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 13176215

Арк

56

Вихідні дані:

Обраний тип прожекторів: ПЗС.

Клас зорових робіт: ХІІІ.

Площа: 500000 м².

Прожектори ПЗС-45 з лампами ДРЛ 1000 Вт.

Розрахунок:

Визначення кількості прожекторів, необхідних для освітлення ділянки. Згідно з таблицею 5.2, нормована освітленість для ХІІІ зорових робіт = 5 лк. Відповідно до таблиці 5.3 значення m дорівнює 0,13. Коефіцієнт запасу ламп ДРЛ $K = 1,7$.

$$n = \frac{0,13 \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 500000}{1000} = 553 \text{ шт.}$$

За даними таблиці 5.3 визначено освітлювальну установку, яку треба використовувати у даному випадку. Було обрано прожекторні щогли висотою 15 м з шістьма прожекторами ПЗС-45 кожна з кутом між оптичними осями $\tau = 30^\circ$ з кутом $\Theta = 20^\circ$. Розташування щогли в шаховому порядку (рис. 5.4).

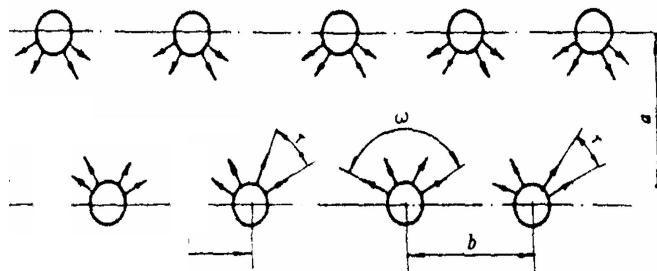


Рисунок 5.4 — Розташування щогл в шаховому порядку

Визначення відстані l , на якій три найближчі щогли утворюють нормовану величину освітлення. Для формування нормованого значення 5 лк з трьох щогл (при прямокутному розташуванні нормована величина освітленості визначається між чотирма щоглами), одна щогла повинна забезпечувати освітленість $5/3 = 1,67$ лк.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 13176215

Арк

57

Великі та малі підприємства вживають таких заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям:

- розробка та впровадження необхідних заходів для захисту своїх працівників та об'єктів;
- узгодження з ДСНС України щодо розробки місця аварії та плану ліквідації наслідків аварії;
- створювати та підтримувати матеріальні резерви для запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій;
- підтримувати стан готовності до застосування сил та засобів для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- вчасно інформувати працівників про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації [50].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		59

ВИСНОВКИ

Отже, актуальною є проблема утилізації мулу очисних споруд. Є можливість його використання у якості палива, виготовлення будівельних матеріалів, або для використання у сільськогосподарському виробництві як добрив.

Діюча технологія передбачає, що надлишковий активний мул, який вже ущільнено у мулоущільнювачі видаляється плунжерними помпами помпової станції №2, що потім подається на мулові майданчики, площа яких становить (5 од.) 23100 м², із сирим осадом первинних відстійників.

Для ефективної розробки стратегії поводження з осадом стічних вод потрібно насамперед визначити оптимальні способи використання чи розміщення, а також характеристики продуктів (кількісні та якісні) для кожного варіанту.

Виходячи з європейського досвіду та перспективних напрямків використання та розміщення осаду стічних вод у країнах ЄС, такі варіанти визнаються в якості екологічно стійких:

4. Внесення осаду стічних вод у ґрунт:

- Сільське господарство - вирощування харчових та технічних культур, у тому числі паливних.
- Рекультивація порушених земель на об'єктах промислового виробництва та видобутку корисних копалин.
- Лісне господарство.
- Озеленення - міські парки, благоустрій територій та ін.

5. Відходи в енергію (одержання енергії з відходів):

- Моно-спалювання - спалювання тільки осаду стічних вод.
- Встановлення спалювання твердих комунальних відходів.
- Цементні печі.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк 60
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

брудної води на будівельних майданчиках. Можна використовувати під час буріння тунелів, підземних магістралей, станцій метро [42].

Дані, отримані в результаті експериментів над картоплею, підтверджують, що мікробна біомаса, одержана таким способом гарно впливає на ріст та розвиток рослин.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 13176215	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		62

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Електронне джерело [<https://vodokanal.sumy.ua/sumski-ochysni-sporudy-zabezpechuyut-czilodobove-ochyshhennya-stichnyh-vod-prote-potrebuyut-rekonstrukcziyi>].
2. Електронне джерело [<https://vodokanal.sumy.ua/pro-nas/tehnichni-dani>].
3. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. - М.:АКВАРОС, 2003. - 512с.
4. Запольський Д.К., Мішкова-Клименко Н.Д., Брик М.Т. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра, 2000. – 552с.
5. Рижиков С.С., Луняка К.В., Самохвалов В.С., Літвак С.М.//Обробка технологічних рідин та стічних вод-2012.
6. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів - Кононцев С.В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. - 2011
7. Под ред. Кармазінова Ф.В.//Очистка промышленных сточных вод-2012.
8. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В. та ін.//Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод-2019.
9. Благоразумова А.М.//Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод -2014.
10. Туровский И.С.//Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание - 2008.
11. Мацієвська О.О.//Водовідвідні очисні споруди - 2015.
12. Оксана Мацієвская//Водопостачання та водовідведення -2015.
13. Петрушка І.М., Ріпак Н.С.//Екологія поверхневих вод-2019.
14. К. Ю. Фірсова//Системи захисту довкілля. Схеми, споруди і апарати для очищення газових викидів і стічних вод - 2019.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

					ТС 13176215	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		63

15. Спеллман Ф.Р//Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация-2013.

16. Карманов Анатолий Петрович, Полина Ирина Николаевна//Технология очистки сточных вод -2018.

17. Гудков Александр Геннадьевич//Механическая очистка сточных вод - 2019.

18. Ветошкин А.Г.//Инженерный захист гіросфери та скидів стічних вод - 2012.

19. Електронне джерело [<http://deisumy.gov.ua>].

20. 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.

21. 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.

22. СНиП 2.04.03-85. Каналізація. Зовнішні мережі і споруди

23. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 12 грудня 2018 року № 341.

24. Благоразумова А.М.// Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод. – Лань, 2014 р.

25. Пляцук Л. Д. Математичне моделювання процесу знешкодження осаду стічних вод в біосульфідогенних умовах / Л. Д. Пляцук, Е. Ю. Черниш // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 37. – С. 148–160.

26. Дрозд Г. Я. Оцінка технологій утилізації осадів стічних вод / Г. Я. Дрозд, В. В. Рогулін // Водопостачання та водовідведення. – 2011. – № 4. – С. 38–43.

27. Коротич В. И., Набойченко С. С., Сотников А. И., Грачев С. В., Фурман Е. Л., Ляшков В. Б. Начала металлургии: Учебник для вузов / под

Підп. і дата	Інв.№дубл.	Взаєм.інв.	Підп. і дата	Інв.№подл.	ТС 13176215	Арк

ред. В. И. Коротича. – Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 392 с. – ISBN 5-230-06611-3.

28. Електронне джерело
[<https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=93>].

29. Електронне джерело
[http://www.agrovodcom.ru/info_ispolzovanie_vod2.php].

30. Електронне джерело
[<https://www.freepatent.ru/MPK/C/C05/C05F/C05F7>].

31. Електронне джерело [<https://www.rjhas.ru/jour/article/view/126>].

32. Дарулис П.В. Отходы областного города. Сбор и утилизация. – Смоленск, 2000. – 520 с.

33. Електронне джерело [<https://drobilka.ru/drobilki/nozhevye-drobilki/iprm-4260>].

34. Технологія одержання та застосування органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод (рекомендації). К., 2000. – 26 с.

35. Compost science and technology / edited by L.F. Diaz, M.de Bertoldi, W. Bidlingmaier, and E. Stentiford. – Amsterdam : ELsevier , 2007. – 364 p

36. Шевчук В.Я. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини / Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляев В. М. – К. : 2001. – 205 с

37. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2013.

38. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: Навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1 / О.В. Швед, О.Б. Миколів, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка, 2010. – 424 с.

39. Ковальов Н.Г., Барановський І.Н.//Органічні добрива в ХХІ столітті (>біоконверсія органічної сировини) – Твер, 2006.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

						ТС 13176215		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат				65

40. Збірник наукових статей до IV Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми збору, переробки та утилізації відходів". – Одеса, 2002.

41. Виробництво органічних добрив. Науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2009. – 45 с.

42. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

43. Болтянська Н.І. Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. Міжн. ел. наук.-пр. журнал WayScience. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118-121.

44. Електронне джерело [<https://www.tsurumipump.com/krs-200/krs-200>].

45. Фетісов В.Д., Завгородня И.В. «Проектирование и расчёт систем водоснабжения селського населённого пункта» , Кубанський державний аграрний університет", 2004

46. Мандрус В.І., «Гідравлічні та аеродинамічні машини: насоси, вентилятори, газодуви, компресори»: Підручник видавництва Магнолія 2006, 2021 рік.

47. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: підруч. – 3-тє вид., перероб. і доп. – Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. – 336 с. – ISBN 966-8013-11-5.

48. Правила улаштування електроустановок : [арх. 22 серпня 2015] / Міненерговугілля України. – 5-тє вид., перероб. і доп. (станом на 22.08.2014) (чинне з 22.11.2014). – Харків : [б. в.], 2014. – 793 с.

49. Електронне джерело [http://archive.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vnuvgp/tekhn/2010_1/v49t04.pdf].

50. Надзвичайна ситуація об'єктового рівня // Енциклопедія водного господарства, природокористування, природовідтворення, сталого розвитку / А. В. Яцик, В. Я. Шевчук – К. : Генеза, 2006. – С. 457. ISBN 966-504-471-0.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

					ТС 13176215		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			66