

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища

Тема роботи: Інноваційні технології централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади

Виконав:
студент Шалда
Олексій Сергійович

Керівник:
доцент, к.т.н., доцент Лазненко
Дмитро Олексійович

Залікова книжка
№ 22510292

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____
дата, підпис

Консультант з охорони праці:
старший викладач Фалько В.В.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природоохоронних технологій
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Шалди Олексія Сергійовича

1. Тема проекту (роботи) Інноваційні технології централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади
затверджена наказом по університету від “25” __листопада__ 2023 р. № 1315-VI
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 25 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) дані регіонального плану управління відходами в Сумській області до 2030 року.
4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
Літературний огляд. Утворення біовідходів у населених пунктах та їх характеристики. Огляд методів та технічних рішень з оброблення біовідходів. Розділ 2. Методологія дослідження. Опис методології дослідження. Вибір «пілотного об’єкту». Розділ 3. Розроблення технічних рішень з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади. Розділ 4. Розроблення рекомендацій щодо створення об’єкту централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади. Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
способи компостування; розташування територіальних громад та об’єктів інфраструктури управління відходами на території кластеру; формування субкластерних зон (базовий варіант визначений РПУВ); морфологічний склад змішаних ТПВ м. Конотоп; обсяг утворення відходів в громадах Конотопсько-роменського кластеру; обсяг біовідходів, що надходять на ЦБОБ Конотопської ТГ; прийняті параметри компостування; позначення, що використовуються при аналізі рішень з компостування; необхідна загальнопромислова площа майданчику компостування; споживання палива за комплектаціями технічних засобів; розрахункова кількість виготовлення товарного компосту з біовідходів; заробітна плата працівників ЦБОБ, прийнята для розрахунків; витрати та доходи за сценарієм 1; витрати та доходи за сценарієм 2; необхідна загальнопромислова площа майданчику компостування;

перелік використаного обладнання для 1 сценарію; перелік використаного обладнання для 2 сценарію; трактори з навісним та іншим додатковим обладнанням; самохідні борошители / аератори; причіпні борошители / аератори; сепаратори для просіювання компосту.

6. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд	13.10.2023	
2	Методологія дослідження	13.10.2023	
3	Розроблення технічних рішень з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади	23.11.2023	
4	Розроблення рекомендацій щодо створення об'єкту централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади	08.12.2023	
5	Робота над розділом «Охорона праці»	08.12.2023	
6	Оформлення роботи	15.12.2023	

7. Дата видачі завдання 25.09.2023 року

Студент _____

О. С. Шалда

Керівник проекту _____

Д. О. Лазненко

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 16 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 69 с., у тому числі 16 таблиць, 8 рисунків, 1 додатку, список використаних джерел на 2 сторінках.

Мета роботи – на основі іноваційних технологій розробити технологічне рішення з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі *завдання*: проаналізувати особливості утворення біовідходів в населених пунктах та їх характеристики; проаналізувати іноваційні технології централізованого оброблення біовідходів; дослідити поточний та перспективний план управління біовідходами в Конотопській територіальній громаді з урахуванням регіонального плану управління відходами (РПУВ); визначити технологічні параметри об'єкту централізованого оброблення біовідходів; розробити рекомендації щодо запровадження іноваційних технічних рішень з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади.

Об'єкт дослідження – централізоване оброблення біовідходів.

Предмет дослідження – застосування іноваційних технологій централізованого оброблення біовідходів на рівні Конотопської територіальної громади.

Методи дослідження. Літературний пошук, аналітичні дослідження, статистична обробка а також аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду з централізованого оброблення біовідходів.

Ключові слова: ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З ОБРОБЛЕННЯ БІОВІДХОДІВ, ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ОБРОБЛЕННЯ БІОВІДХОДІВ КОНОТОПСЬКОЇ ТГ, РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ ЦБОБ ДЛЯ КОНОТОПСЬКОЇ ТГ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Літературний огляд	8
1.1 Утворення біовідходів у населених пунктах та їх характеристики	8
1.2 Огляд методів та технічних рішень з оброблення біовідходів.....	10
1.3 Висновки та постановка завдань дослідження.....	17
Розділ 2 Методологія дослідження	19
2.1 Опис методології дослідження.....	19
2.2 Вибір пілотного об'єкту	23
Розділ 3 Розроблення технічних рішень з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади	24
3.1 Визначення обсягів біовідходів, що підлягають централізованому обробленню на об'єкті Конотопської територіальної громади.....	24
3.2. Аналіз технологічних рішень централізованого біологічного оброблення біовідходів.....	31
3.3 Розрахунок технологічних та технічних параметрів об'єкту оброблення біовідходів.....	39
Розділ 4 Розроблення рекомендацій щодо створення об'єкту централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади.....	51
Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	54
5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єктах централізованого компостування біовідходів.....	54
5.2. Безпека персоналу у надзвичайних ситуаціях воєнного стану.....	58
Висновки.....	61
Перелік джерел посилання	64
Додатки	66

Підп. і дата								
Інв. №дубл.								
Взаєм. інв. №								
Підп. і дата								
Інв. №подл.		ТС 18510216						
		Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		
		Розроб.		Шалда				
		Перев.		Лазненко				
		Н.Конт		Батальцев				
		Затв.		Пляцук				
		Інноваційні технології централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади				Лім.	Аркуш	Аркушів
						4	69	
		СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС.м-21						

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Утворення біовідходів у населених пунктах та їх характеристики

Біовідходи – основна складова побутових відходів, які виникають у ході повсякденного функціонування та життєдіяльності людей у різних типах приміщень, включаючи як житлові, так і комерційні об'єкти. Біовідходи представляють собою органічні матеріали, які природно розкладаються.

До складу біовідходів входять:

- 1) рослинні та харчові відходи домогосподарств;
- 2) кухонні відходи та відходи підприємств громадського харчування, що піддаються біологічному розкладу;
- 3) рослинні відходи від утримання зелених насаджень населених пунктів.

Біовідходи зазвичай мають високий рівень вологості через вміст води у рослинних та органічних матеріалах. Це важливий фактор при виборі методів оброблення та утилізації.

Ці матеріали можуть бути піддані компостуванню або іншим екологічно безпечним методам обробки, сприяючи створенню ефективної системи використання та обробки органічних ресурсів.

Деякі біовідходи, такі як деревина чи жорсткі рослинні залишки, можуть вимагати більше часу та спеціальних умов для ефективного розкладання порівняно з більш простими відходами.

Способи управління відходами:

- 1) мінімізація утворення відходів. Цей аспект спрямований на максимальне зменшення кількості відходів;
- 2) біологічне оброблення (компостування, анаеробне розкладання, інше).

Створення компосту, це контрольований аеробний розклад органічної речовини в теплом, вологому середовищі діяльності бактерій, грибів та інших мікроорганізмів. Це контрольований біологічний процес, в якому

Підп. і дата	Інв. Недубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.	ТС 18510216					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	8

послідовність популяцій живих організмів перетворює органічний матеріал на біологічно стабільний продукт. Компостування може бути використане для виробництва компосту, яке використовується у сільському господарстві з метою підвищення родючості ґрунту. Анаеробна обробка біологічних відходів для виробництва біогазу є процесом, під час якого біовідходи розкладаються без доступу до кисню, утворюючи газову суміш, відому як біогаз. Склад цього біогазу може коливатися від 55% до 75% метану, а також містити двоокис вуглецю, азот, сірководень та інші компоненти, залежно від якості вихідного матеріалу та технології оброблення. Процес анаеробної обробки відбувається у спеціальних реакторах, таких як метантенки. Щоб забезпечити ефективне бродіння в реакторі, підтримують сталу температуру та здійснюють регулярне перемішування матеріалу, який піддається бродінню. В результаті анаеробної обробки біовідходів утворюється біогаз і рідкий залишок, відомий як дигестат. Найпоширеніший спосіб використання біогазу полягає у виробництві електроенергії. Дигестат може бути розглянутий як цінне органічне добриво, за умови забезпечення відповідної якості вихідних біовідходів;

- 3) спалювання (з отриманням енергії з відходів). Спалювання відходів – ця технологія перетворює теплову енергію в пар і/або електроенергію, забезпечуючи тепло і електроенергію для побуту та промислового використання. Так само, як вугілля, нафта чи природний газ спалюються в котлах для виробництва електроенергії, попередньо сортовані тверді побутові відходи можуть бути використані як паливо для виробництва електроенергії. Це дуже привабливий метод зменшення об'єму на 90%, ваги до 70%. Залишки що виникли внаслідок згорання можуть бути використані як будівельний матеріал (для будівництва доріг чи покращення сміттєзвалища);
- 4) захоронення відходів. При захороненні на полігонах відбувається

Інв. №	№ подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 18510216				Арк	
										9	
						Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

розкладання біовідходів в аеробних та анаеробних умовах. При анаеробному розкладанні утворюється полігонний біогаз, який містить близько 55% метану та 40% вуглекислого газу. Сучасні полігони повинні облаштовуватись системами вилучення та знешкодження біогазу. З 1 січня 2030 року в Україні забороняється експлуатація полігонів, що не оснащені системами вилучення та знешкодження біогазу та фільтрату, системами моніторингу викидів в атмосферне повітря та моніторингу забруднення ґрунтів і підземних вод [1]. Зібраний полігонний біогаз може бути використаний для генерації енергії. Оскільки метан є парниковим газом, його збирання і використання має додаткову перевагу в зменшенні глобального потепління.

Тверді побутові відходи (ТПВ) включають в себе відходи від домогосподарств, житлових будівель, офісів, ринків тощо, а також відходи з громадських місць. Вони включають як частково стабільні матеріали («зелені відходи», рослинний сміття, картон і т. д.), так і нестабільні матеріали, як відходи їжі. Найважливішою характеристикою є швидке гниття, особливо влітку при високих температурах та високій вологості. Морфологічний склад змішаних ТПВ м. Конотоп наведений у табл. 3.1.1 [2]. Викиди неприємного запаху є побічним ефектом гниття відходів. Інші побутові відходи містять горючі (папір, пластик, текстиль, гума, шкіра, частини меблів) та негорючі компоненти.

Більша частина, а саме 40 – 70%, є органічним матеріалом [3]. Деякі інші потенційно корисні матеріали, такі як садові відходи, залишки їжі та неперероблений папір, зазвичай відправляються на сміттєзвалище. Багато чого можна було б ефективно використовувати для переробки. Замість захоронення на сміттєзвалищі, їх можна спрямувати на відновлення.

1.2 Огляд методів та технічних рішень з оброблення біовідходів

Створення компосту стало найбільш популярним варіантом переробки

Підп. і дата	Інв. Недубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.	ТС 18510216					Арк
										10
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

біовідходів, що містяться в ТПВ з метою зменшення об'єму захоронення відходів на сміттєзвалищах. У зв'язку із значущістю компостування для досягнення цілей управління відходами у всьому світі, протягом останніх 10 років значно зросла кількість об'єктів для створення компосту [4]. Для цього рекомендовано будувати регіональні заводи з компостування та переробки ТПВ [3]. Повторне використання цих матеріалів значно зменшить кількість захоронених відходів на сміттєзвалищах і подовжить термін їх експлуатації. Це є основною перевагою, проте компост є також дуже корисним продуктом у сільському господарстві, тому важливо відновлювати матеріали.

Компостування в основному доступне для обробки: садових відходів, органічної частини відходів, частково оброблених і змішаних відходів та органічної частини відходів. Потенційно корисні матеріали для компостування включають: садові відходи (листя, трав'яні стрижки, гілки та обрізка дерев), харчові залишки, відходи паперу та інші органічні речовини, сільськогосподарські відходи, відходи від продуктів харчування [7].

Компостування передбачає аеробний розклад органічних матеріалів для виробництва стабільного гумусоподібного продукту. Біодеградація є природним, біологічним процесом, який є загальним явищем як у штучних, так і в природних середовищах.

Технологія, що використовується для компостування, включає наступні три фази:

1. Підготовка сировини.
2. Процес компостування.
3. Сортування та вдосконалення кінцевого продукту.

Кроки, пов'язані з підготовкою сировини, зазвичай включають її подрібнення та відокремлення небажаних матеріалів (забруднень). Початкова обробка включає подрібнення для підвищення мікробних реакцій. Також необхідно відокремити інертні матеріали (скло, пластик, метали тощо) від органічної частини. Подрібнення та хімічна або біологічна обробка є надзвичайно

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

важливими на початку, якщо готовий продукт має бути використаний в сільському господарстві. Далі мікроорганізми розкладають сировину на простіші сполуки, виробляючи тепло внаслідок своєї метаболічної активності. Обсяг купи компосту зменшується на цьому етапі, і тепло, яке генерується, знищує багато патогенних мікроорганізмів. На заключному етапі продукт компосту «витримується». Мікроорганізми вичерпують запас доступних поживних речовин у купі, що, в свою чергу, уповільнює їхню активність. В результаті генерація тепла зменшується, а маса компосту висихає. Після завершення витримки компост вважається «стабілізованим» або «дозрілим».

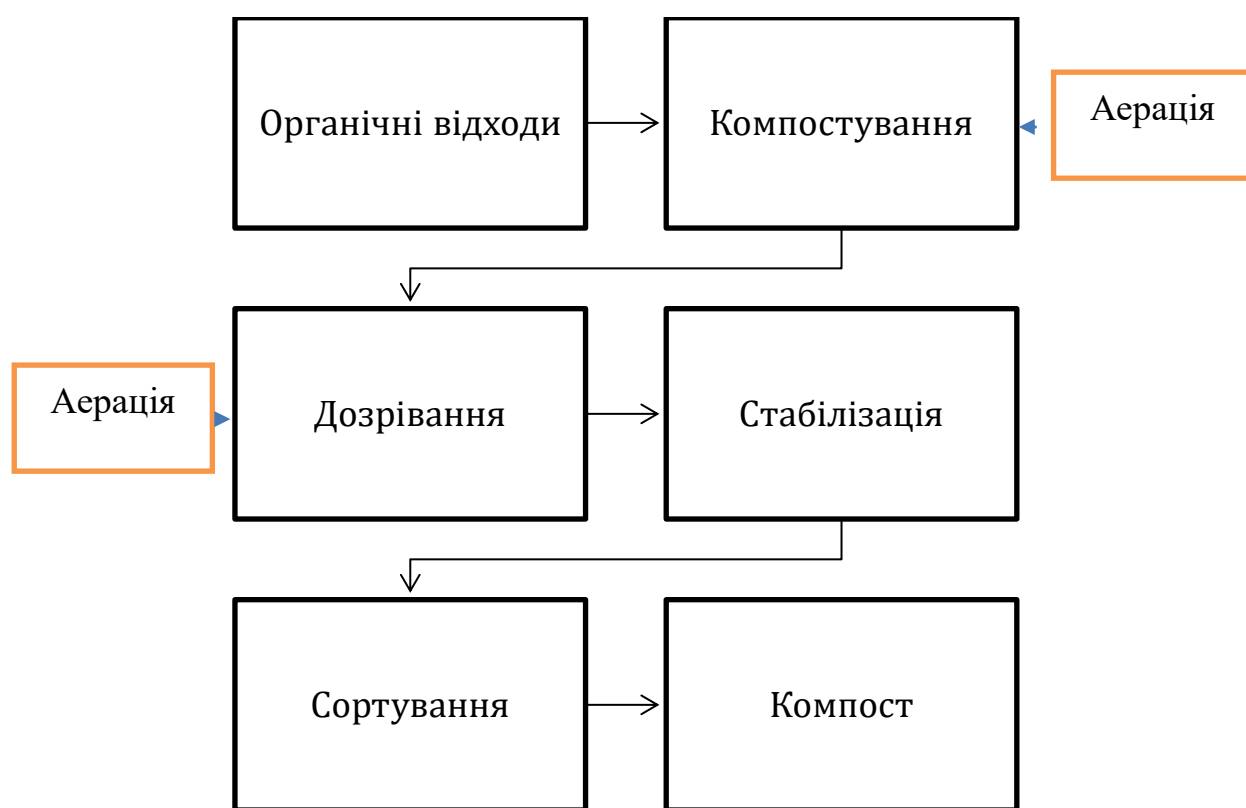


Рисунок 1.1 – Етапи аеробного процесу компостування

Подальший аеробний розклад відбувається дуже повільно. Рисунок 1.2.1 надає загальні етапи, що беруть участь у аеробному компостуванні органічної частини побутових відходів.

Компостування вимагає уваги до факторів, що впливають на процес, таких як співвідношення вуглецю та азоту, вміст вологи, доступність кисню,

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

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

утримання сприятливих температур. Загалом час створення компосту визначається складом відходів, але передусім типом застосованого процесу.

Сам процес компостування може бути реалізований в різних середовищах – від простих зовнішніх куп до високотехнологічних реакційних апаратів з контролем температури, подачі повітря та вологості [3].



Рисунок 1.2 – Способи компостування

Перевертані купи є широко використовуваним методом для компостування муніципальних побутових відходів через їхню простоту в експлуатації. З самої назви випливає, сировинний матеріал періодично перемішується за допомогою навантажувача або подібного обладнання. Перевертання сировини забезпечує достатній рівень кисню, вологи та температури для мікроорганізмів.

Перевертані валки – це витягнуті компостні купи, які часто перевертаються для підтримки аеробних умов. Формування валків потрібного розміру допомагає підтримувати бажану температуру та рівень кисню.

Аерована статична купа – з точки зору експлуатації аеровані статичні купи

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

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

ТС 18510216

є більш складними, ніж перевертані. Цей підхід є ефективним, коли обмежений простір, і процес компостування повинен завершуватися відносно швидко. У цьому методі серія перфорованих труб розташована всередині або під купою (або валками). Подача повітря може здійснюватися за допомогою системи негативного тиску або системи позитивного тиску (вентилятора). Вентилятори або насоси нагнітають повітря через труби, яке потім прокачується через біовідходи (рисунок 1.2.3) [3].

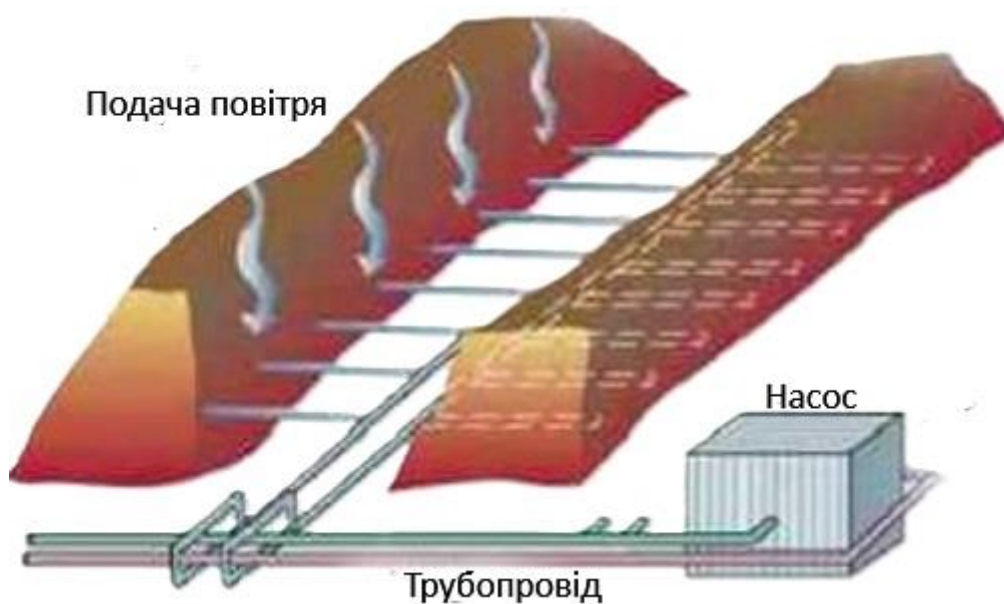


Рисунок 1.3 – Аерована статична купа [3]

Обертові барабани покладаються на перекидання для безперервного перемішування вихідних матеріалів. Рисунок 1.2.4 ілюструє обертовий барабан для компостування. Барабани зазвичай є довгими циліндрами, приблизно 3 метри в діаметрі, які повільно обертаються, зазвичай зі швидкістю менше 10 обертів на хвилину. Кисень вдувається в барабани через форсунки від повітряних насосів [3].

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

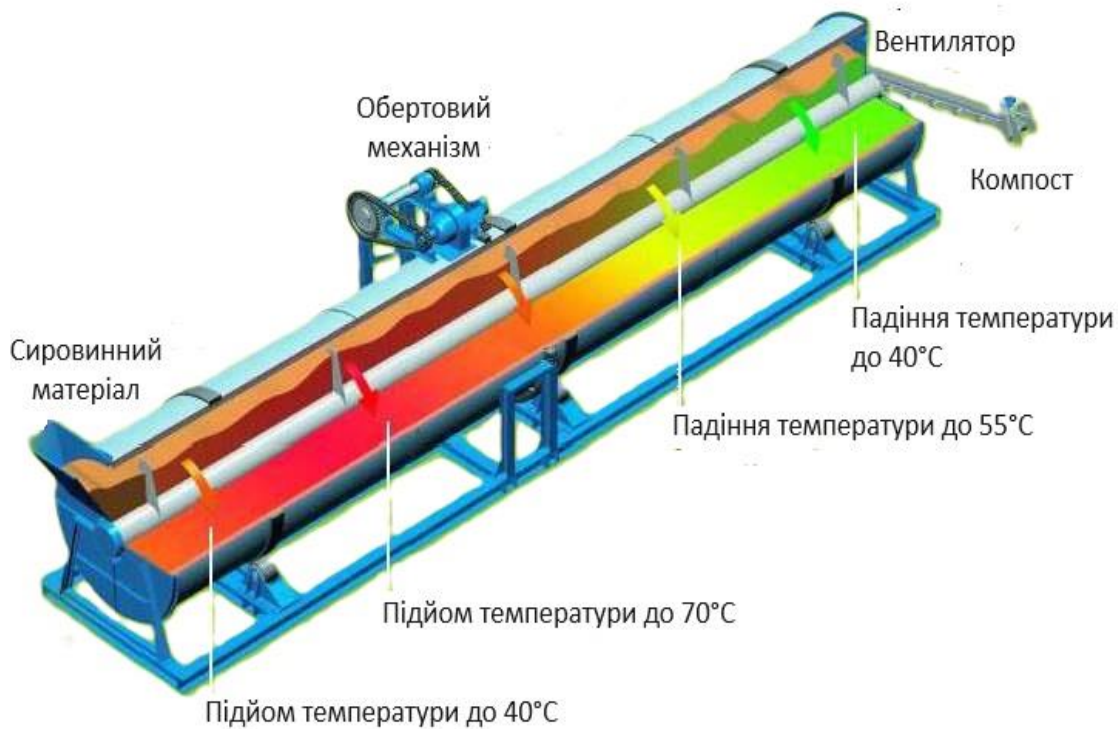


Рисунок 1.4 – Обертвий барабан [3]

Системи резервуарів наявні у вигляді горизонтальних або вертикальних типів. Це довгі ємності, в яких аерація виконується за допомогою зовнішніх насосів, які примушують повітря через перфороване дно резервуарів. Змішування відбувається механічно за допомогою рухливого конвеєра, лопатевого колеса або барабана з покриттям, який проходить через сировинний матеріал. Воршіння розбиває згустки і зберігає пористість.

Рисунок 1.2.5 ілюструє бункер, що включає високий бетонний канал із бетонною поверхнею, в якому вбудовані перфоровані труби для витягування повітря для вентиляції маси. Нагнітання повітря здійснюється за допомогою вентилятора [3].

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

контролювати патогени та токсини, які можуть бути присутні в сировинному матеріалі. Кінцевий продукт компосту має знижений ризик вмісту патогенів.

Компостування може здійснюватися за допомогою різноманітних технологій, включаючи перевертані купи, аеровані статичні купи, обертові барабани та інші. Важливо враховувати технічні аспекти, такі як аерація, температурний режим, рівень вологості тощо.

Незважаючи на виклики, пов'язані з компостуванням, важливо продовжувати впроваджувати і вдосконалювати методи, спрямовані на забезпечення сталого використання ресурсів та мінімізацію екологічного сліду.

Визначено основні завдання дослідження:

- аналіз особливостей утворення біовідходів в населених пунктах та їх характеристик;
- аналіз інноваційних технологій централізованого оброблення біовідходів;
- дослідження поточного та перспективного управління біовідходами в Конотопській територіальній громаді з урахуванням РПУВ;
- визначення технологічних параметрів об'єкту централізованого оброблення біовідходів;
- розроблення рекомендацій щодо запровадження інноваційних технічних рішень з централізованого оброблення біовідходів Конотопської територіальної громади

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 18510216	Арк
						18
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Опис методології дослідження

Підходи щодо визначення об'єкту централізованого біологічного оброблення біовідходів (ЦБОБ) та його розміщення

При визначенні ЦБОБ та місця його розташування враховуються наступні аспекти:

- 1) створення об'єкту біологічного оброблення роздільно зібраних біовідходів в місті Конотоп;
- 2) згідно РПУВ Сумської області в Конотопській гериторіальній громаді планується будівництво сміттесортувальної лінії (ССЛ). При сортуванні змішаних ТПВ відокремлюється дрібна фракція (як правило менше 50 мм), яка переважно складається з біовідходів. З метою зменшення навантаження на довкілля може бути застосовано біологічне оброблення таких відходів. Таким чином розглядається можливість поєднання на таких об'єктах біологічного оброблення роздільно зібраних біовідходів та біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних ТПВ;

Підходи щодо визначення пріоритетних варіантів технологічних рішень для подальшого розгляду

Під час визначення оптимальних технологічних рішень для централізованого біологічного оброблення біовідходів розглядалися методи, що ґрунтуються на таких принципах:

- 1) обробка біовідходів з використанням аеробних процесів (компостування):
 - обробка біовідходів за допомогою компостування з утворенням структурованих куп (штабелів);
 - компостування у мішках (з використанням системи BAG);

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

19

2) обробка біовідходів в анаеробних умовах з виробництвом біогазу (процес оброблення у біореакторах в умовах вологої обробки з використанням виробленого біогазу для виробництва електроенергії на місці утворення).

Технології аеробного і анаеробного оброблення біовідходів були вибрані, враховуючи такі критерії:

- 1) технології, що вже успішно застосовані в інших країнах (обов'язковий критерій);
- 2) технології, які вже успішно застосовуються в Україні (важлива умова);
- 3) технології, стосовно яких в Україні існують пропозиції з реалізації чи постачання обладнання від компаній чи фізичних осіб, що можуть виступити в якості партнерів на етапі створення відповідних об'єктів та їх експлуатації.

Визначення технологічних рішень з централізованого біологічного оброблення біовідходів, здійснюється з урахуванням наступних факторів:

- 1) загальний ступінь управління відходами, зокрема етап впровадження системи роздільного збору біовідходів та логістики транспортування відходів до ЦБОБ;
- 2) склад відходів, стосовно яких планується оброблення (у т.ч. можливість застосування технологій, що розглядаються, для оброблення рослинних відходів від обслуговування зелених насаджень в населених пунктах);
- 3) кількість відходів, стосовно яких планується оброблення;
- 4) досвід функціонування на території України чи інших країн;
- 5) можливість використання продукції (наявність споживачів), яка виробляється в результаті оброблення біовідходів;
- 6) нормативно-правові вимоги, обмеження;
- 7) соціальне сприйняття.

Аналіз технологій за зазначеними критеріями наведений у розділі 3.

За сукупністю наведених критеріїв обирається технологічне рішення (або декілька рішень), запровадження яких є найбільш перспективним з урахуванням

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк
20

конкретних умов Конотопської ТГ та стану розвитку системи управління відходами.

Для відібраних технологічних рішень здійснюється більш детальний техніко-економічний аналіз.

Підходи щодо аналізу технічних, економічних та інших параметрів пріоритетних варіантів технологічних рішень

Для обраних технологічних рішень здійснюється безпосередній аналіз технічних, економічних та інших параметрів створення ЦБОБ. Розглядаються виключно такі технічні рішення, що передбачають застосування спеціалізованого професійного обладнання, доступного для придбання в Україні.

За результатами аналізу техніко-економічних показників обраних технічних рішень наводяться висновки щодо технічної та економічної доцільності застосування відповідних технічних рішень для створення об'єктів централізованого оброблення біовідходів, зазначаються умови, за яких відповідні об'єкти можуть бути створені. У разі виявлення ризиків та застережень, така інформація також зазначається для відповідних об'єктів.

Аналіз технічних та технологічних параметрів

Для кожного з технічних рішень, що розглядаються, визначаються:

- продуктивність по сировині (обсяг відходів, що надходять на оброблення);
- вид та обсяг продукції, що отримується після оброблення біовідходів;
- виробнича площа виробничого майданчику;
- проміжні та допоміжні технологічні параметри (за необхідністю).

За визначеними технічними і технологічними параметрами в подальшому здійснюється аналіз фінансово-економічних показників конкретних рішень.

Аналіз фінансово-економічних показників

Основні економічні та фінансові показники рішень, що розглядаються:

- 1) капітальні витрати:

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОБРОБЛЕННЯ БІОВІДХОДІВ КОНОТОПСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

3.1 Визначення обсягів біовідходів, що підлягають централізованому обробленню на об'єкті Конотопської територіальної громади

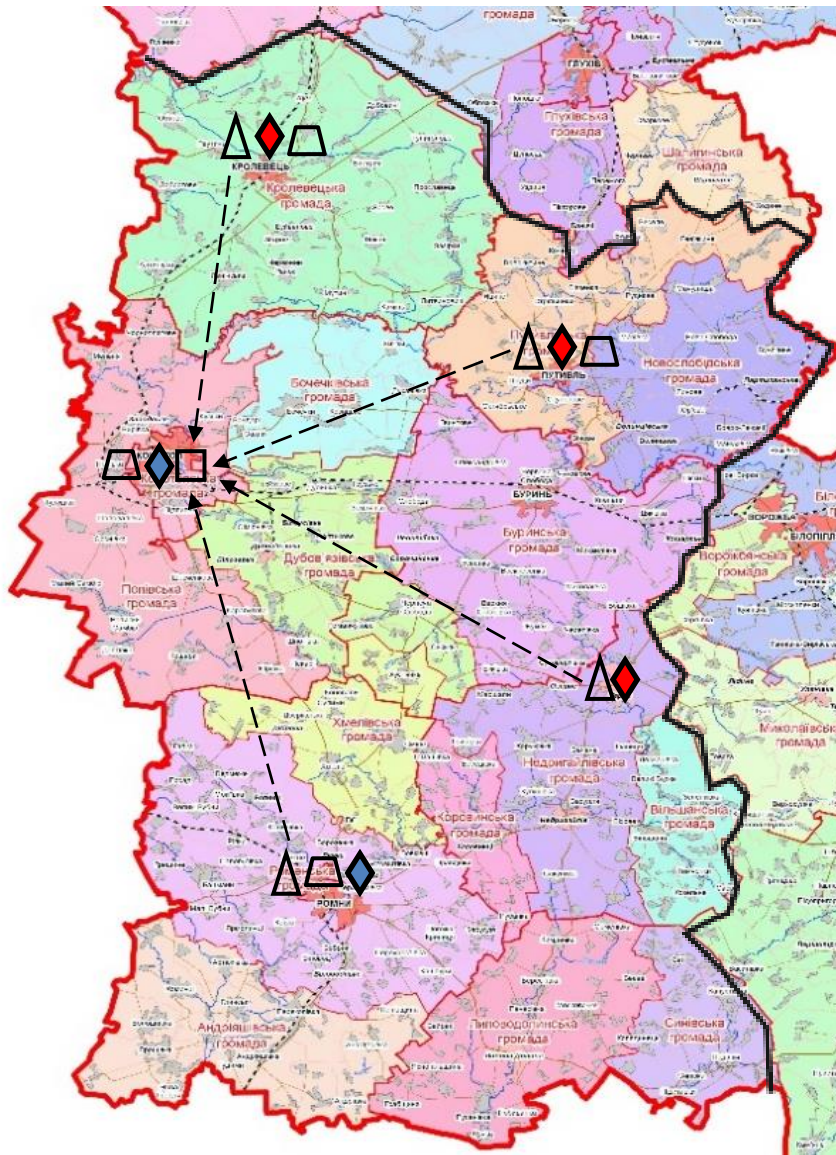
Згідно РПУВ Конотопська територіальна громада відноситься до Конотопсько-Роменський кластер управління відходами Сумської області [6].

Перелік територіальних громади Конотопсько-Роменського кластеру: Конотопська; Попівська; Дубов'язівська; Бочечківська; Кролевецька; Путивльська; Новослобідська; Буринська; Роменська; Андріяшівська; Хмелівська; Недригайлівська; Коровинська, Вільшанська, Липоводолинська, Синівська [6].

Розташування територіальних громад та об'єктів інфраструктури управління відходами на території Конотопсько-Роменського кластеру згідно РПУВ наведено на рисунку 3.1.1 [6].

РПУВ передбачається розділення Конотопсько-Роменського кластеру на окремі субкластерні зони за принципом орієнтації на об'єкти інфраструктури управління відходами [6].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 18510216	Арк
						24
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		



- ◆ - Смітесортувальні станції
- ◆ - Пункти підготовки вторсировини
- △ - Об'єкти централізованого біологічного оброблення
- - Регіональний полігон ТПВ
- △ - Станції перевантажування

Рисунок 3.1 – Розташування територіальних громад та об'єктів інфраструктури управління відходами на території кластеру

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

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

ТС 18510216

Таблиця 3.1.1 Формування субкластерних зон (базовий варіант визначений РПУВ) [6]

№	Субкластерні зони визначені РПУВ (перелік громад)	Об'єкти інфраструктури управління відходами
1	Кролевецька ТГ	Пункти підготування вторсировини, ЦОБВ, Станція перевантаження побутових відходів (м. Кролевець)
2	Путивльська ТГ, Новослобідська ТГ	Пункти підготування вторсировини, ЦОБВ, Станція перевантаження побутових відходів (м. Путивль)
3	Попівська ТГ, Конотопська ТГ, Бочечківська ТГ, Дубов'язівська ТГ	ССЛ, ЦОБВ, Регіональний полігон побутових відходів (м. Конотоп)
4	Буринська ТГ, Недригайлівська ТГ, Вільшанська ТГ, Хмелівська ТГ, Коровинська ТГ	Пункти підготування вторсировини, Станція перевантаження (селище Терни)
5	Роменська ТГ, Андріяшівська ТГ, Липоводолинська ТГ, Синівська ТГ	ССЛ, ЦОБВ, Станція перевантаження побутових відходів (м. Ромни)

Сценарії, що розглядаються:

- Сценарій 1. Біологічне оброблення роздільно зібраних біовідходів
- Сценарій 2. Біологічне оброблення біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних побутових відходів на ССЛ, разом з роздільно зібраними біовідходами

За усіма сценаріями приймаємо наступні типові припущення:

- 1) обсяг утворення побутових відходів: 300 кг/рік на людину (для усіх населених пунктів та видів забудови);
- 2) мінімальні управлінські зусилля із розширення індивідуального

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк
26

компостування дозволять отримати швидкий ефект - 20% біовідходів використовуються в домогосподарствах сільської місцевості;

3) управлінські зусилля із розширення індивідуального компостування дозволять отримати довгостроковий ефект - 50% біовідходів використовуються в домогосподарствах сільської місцевості;

4) у разі запровадження роздільного збирання біовідходів в містах досягається 50% збирання вилучення біовідходів для подальшого спрямування на компостування;

5) змішані відходи, що містять біовідходи та надходить на регіональних полігон, спрямовуються на просіювання для відокремлення біовідходів для їх подальшої біостабілізації шляхом компостування. Виключенням є змішані відходи, що надходить з субкластерної зони 5, де згідно РПУВ передбачається встановлення сортувальної лінії та об'єкту з компостування;

6) об'єкт централізованого компостування, що створюється на регіональному полігоні працює за принципом суміщення компостування роздільно зібраних відходів і біостабілізації біовідходів, вилучених із змішаних побутових відходів, що надходять на регіональний полігон;

7) запроваджені усі заходи, передбачені РПУВ.

Дані щодо морфологічного складу побутових відходів, які утворюються в населених пунктах кластеру або відсутні, або мають фрагментарний характер.

Враховуючи те, що в більшості випадків середні дані частки окремих компонентів побутових відходів знаходяться в загальних межах зміни їх вмісту і не мають значної відмінності для різних населених пунктів, в аналізі сценаріїв прийнято припущення єдиного морфологічного складу побутових відходів за даними таблиці 3.1.1.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк
27

Таблиця 3.1.1 Морфологічний склад змішаних ТПВ м. Конотоп [2]

№	Назва морфологічної групи	Вміст компонентів за морфологічними групами (за масою), %
1	Біовідходи	44,61
2	Папір і картон	8,54
3	Полімери (пластик, пластмаси)	7,03
4	Скло та кераміка	13,12
5	Чорні та кольорові метали	0,69
6	Текстильні матеріали	3,46
7	Небезпечні відходи у складі побутових	2,67
8	Шкіра, гума	0,83
9	Відходи будівництва та знесення (у складі ТПВ)	7,82
10	Відходи електронного та електричного обладнання	1,33
11	Відходи, що залишаються після вилучення складових частин.	9,90
12	Разом	100,00

Розрахункові обсяги утворення відходів в громадах Конотопсько-роменського кластеру наведені у таблиці 3.1.2.

Розрахунковий обсяг біовідходів, що надходять на ЦБОБ, що розташовані на території Конотопсько-роменського кластеру, наведено в таблиці 3.1.3.

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

Таблиця 3.1.2 Обсяг утворення відходів в громадах Конотопсько-роменського кластеру

Найменування адміністративних одиниць	Кількість населення (станом 01.01.2022 р.), осіб	Утворення відходів	
		Усього (побутові відходи)	Біовідходи
	Усього	тон/рік	тон/рік
1	2	3	4
Конотопсько-Роменський кластер	301 917	90 575	39 310
Субкластерна зона 1	35 033	10 510	4 561
<i>Кролевецька міська ТГ</i>	35033	10510	4561
<i>м. Кролевець</i>	22111	6633	2879
Субкластерна зона 2	25 248	7 574	3 287
<i>Путивльська міська ТГ</i>	20358	6107	2651
<i>м. Путивль</i>	14886	4466	1938
<i>Новослобідська сільська ТГ</i>	4890	1467	637
Субкластерна зона 3	114 449	34 335	14 901
<i>Конотопська міська ТГ</i>	87403	26221	11380
<i>м. Конотоп</i>	83543	25063	10877
<i>Дубов'язівська сільська ТГ</i>	9733	2920	1267
<i>Попівська сільська ТГ</i>	13026	3908	1696
<i>Бочечківська сільська ТГ</i>	4287	1286	558
Субкластерна зона 4	47 481	14 244	6 182
<i>Недригайлівська селищна ТГ</i>	13946	4184	1816
<i>Вільшанська сільська ТГ</i>	4521	1356	589
<i>Коровинська сільська ТГ</i>	3631	1089	473
<i>Буринська міська ТГ</i>	19678	5903	2562
<i>м. Буринь</i>	8197	2459	1067
<i>Хмелівська сільська ТГ</i>	5705	1712	743
Субкластерна зона 5	79 706	23 912	10 378
<i>Роменська міська ТГ</i>	54264	16279	7065
<i>м. Ромни</i>	37765	11330	4917
<i>Андріяшівська сільська ТГ</i>	8368	2510	1090
<i>Липоводолинська селищна ТГ</i>	12499	3750	1627
<i>Синівська сільська ТГ</i>	4575	1373	596

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

ТС 18510216

Арк
29

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Таблиця 3.1.2 Обсяг біовідходів, що надходять на ЦБОБ Конотопської ТГ

Охоплені території	Утворення біовідходів	Індивідуальне компостування	Надходження на ЦБОБ	
			роздільно зібрані	відсортовані
	тон/рік	тон/рік	тон/рік	тон/рік
Конотопсько-Роменський кластер (усього)	39309	8816	4867	25626
Субкластерна зона 1	4561	841	1439	2281
Субкластерна зона 2	3287	675	969	1643
Субкластерна зона 3	14901	2012	5439	7450
Субкластерна зона 4	6182	2557	-	3625
Субкластерна зона 5	10378	2730	2459	5189

Згідно рішень РПУВ передбачається наступне [6]:

- роздільно зібрані біовідходи, що утворюються на території субкластерної зони 1, надходить до ЦБОБ м. Кролевець;
- роздільно зібрані біовідходи, що утворюються на території субкластерної зони 2, надходить до ЦБОБ м. Путивль;
- усі біовідходи, що утворюються на території субкластерної зони 5, надходить до ЦБОБ м. Ромни.

За сценарієм 1 до ЦБОБ Конотопської ТГ надходять роздільно зібрані біовідходи субкластерної зони 3.

Обсяг роздільно зібраних біовідходів складає 5439 тонн/рік.

За сценарієм 2 до ЦБОБ Конотопської ТГ надходять роздільно зібрані біовідходи субкластерної зони 3 та відходи, що відокремлюються при сортуванні змішаних побутових відходів. На сортування надходять побутові

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

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

ТС 18510216

Арк
30

відходи субкластерних зон 1 – 4.

Обсяг біовідходів, що надходять до ЦБОБ складає:

- роздільно зібраних – 5439 тонн/рік;
- відсортованих – 14999 тонн/рік;
- разом – 20438 тонн/рік;

3.2. Аналіз технологічних рішень централізованого біологічного оброблення біовідходів

Аеробне оброблення (компостування) біовідходів

Компостування представляє собою процес розкладання органічних відходів в аеробних умовах за участю живих організмів. У ході компостування формується компост, який виникає в результаті часткового розкладання окремих компонентів, що містять органічні речовини та неорганічні складові.

Виконання процесу компостування відокремлено зібраних біовідходів, включаючи рослинні та харчові, а також спільно з рослинними відходами від обслуговування зелених насаджень у населених пунктах, здійснюється з метою отримання високоякісного компосту, який може використовуватися в якості багатого на гумус добрива. У разі наявності в біовідходах сторонніх включень та домішок, це накладає обмеження на використання компосту.

Можливе застосування процесу компостування для біологічного оброблення біовідходів, що відбираються зі змішаних ТПВ. Метою компостування таких біовідходів може бути їх аеробна біологічна стабілізація для запобігання подальшого розкладу при захороненні. Допускається використання отриманого компосту для пересипання шарів відходів при захороненні на полігоні ТПВ або інших цілей, де це можливо з урахуванням його якості.

Компостування з формуванням штабелів – є одним з технологічних варіантів організації процесу при якому компостна суміш закладається в штабелі

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

31

без ущільнення. Штабелі можуть формуватися на відкритому майданчику або під навісом. Розміри штабелів можуть відрізнятись. В кожному конкретному випадку вони визначаються з урахуванням технічних можливостей їх формування та подальшого перемішування [7].

Для отримання якісного компосту, забезпечується перемішування компосту (біовідходів), його аерація, а також зволоження. Перемішування компосту здійснюється спеціальними технічними засобами.

Компостування у мішках (Система BAG) – є одним з технологічних варіантів організації процесу при якому компостна суміш закладається в спеціальні мішки із забезпеченням примусової аерації. Зазвичай мішки виготовляють з діаметром 1.5 – 3.0 м і довжиною від 30 до 90 метрів [7].

Примусову аерацію, необхідну для підтримування аеробних умов, забезпечують нагнітанням повітря електричною повітродувкою крізь перфоровані труби, що прокладені по всій довжині мішка.

Первинні матеріали, які передбачено використовувати як вихідну сировину, розміщують у мішку за допомогою машини для ущільнення.

Анаеробне оброблення біовідходів з отриманням біогазу

В анаеробному процесі розкладання біовідходів утворюється газова суміш – біогаз. Залежно від якості сировини й технології оброблення, біогаз містить орієнтовно 55-75% метану, двоокис вуглецю, азот, сірководень та інші складові.

Анаеробне оброблення здійснюється в спеціалізованих реакторах (метантенках). Для ефективного зброджування в реакторі підтримують постійну температуру і здійснюють регулярне перемішування зброджуваної сировини [7].

У процесі анаеробного оброблення біовідходів отримують біогаз і дигестат (рідкий залишок). Найбільш поширеним способом використання біогазу є його використання для генерації електричної енергії. Дигестат може розглядатися як цінне органічне добриво (за умови забезпечення необхідної якості вхідних біовідходів).

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

Загальний рівень управління відходами, зокрема ступінь впровадження системи роздільного збору біовідходів та організації логістики транспортування відходів до ЦБОБ

Роздільне збирання біовідходів у населених пунктах області не запроваджено. Узгоджена система збирання та перевезення побутових відходів в кластерах управління відходами в області не створена.

Технології аеробного оброблення мають помірну чутливість до сталості надходження сировини (біовідходів). Ця чутливість є економічною за своєю суттю, оскільки зміни можуть призвести до погіршення фінансово-економічних показників функціонування конкретних ЦБОБ через зменшення ефективності використання технічних засобів та навантаження персоналу.

Технології анаеробного оброблення виявляють надзвичайну чутливість до стійкості надходження сировини (біовідходів). Ця чутливість є технологічною за своєю суттю і може викликати порушення технологічних параметрів функціонування об'єкту. В результаті цього може виникати погіршення фінансово-економічних показників діяльності конкретних ЦБОБ.

Склад відходів, стосовно яких планується оброблення

Розглядається оброблення наступних відходів:

- роздільно зібрані біовідходи домогосподарств, організацій та установ;
- рослинні відходи утримання зелених насаджень населених пунктів;
- біовідходи, що відокремлюються при сортуванні змішаних ТПВ.

Технології як аеробного, так і анаеробного оброблення є повністю придатними для оброблення відокремлено зібраних біовідходів від домогосподарств, організацій та установ.

Щодо оброблення рослинних відходів, включаючи утримання зелених насаджень у населених пунктах, технології компостування є повністю придатними. Технології анаеробного оброблення в цілому також можуть бути використані для окремих видів рослинних відходів. Однак зауважується, що

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

33

застосування анаеробних методів оброблення рослинних відходів від утримання зелених насаджень у населених пунктах не є широко застосованою практикою.

Стосовно біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних ТПВ, технології компостування придатні в повній мірі. Технології анаеробного оброблення в цілому можуть бути застосовані. При цьому слід очікувати підвищених складнощів з можливістю використання рідкого залишку, що утворюється після оброблення біомаси (включаючи зважені речовини). З урахуванням цього Зазначаємо низький рівень придатності.

Опис технічних рішень з компостування біовідходів з формуванням штабелів

Технічні рішення з компостування біовідходів з формуванням штабелів розглядаються для компостування:

- Рослинних та харчових біовідходів, у т.ч. спільно з рослинними відходами від обслуговування зелених насаджень населених пунктів;
- біовідходів, які відокремлюються під час сортування змішаних твердих побутових відходів на ССЛ;
- біовідходів, що вилучаються шляхом просіювання зі змішаних ТПВ, які направляються на захоронення.

Компостування роздільно зібраних біовідходів (рослинні та харчові), у т.ч. спільно з рослинними відходами від утримання зелених насаджень населених пунктів

Вихідною сировиною для компостування є роздільно зібрані біовідходи, що утворюються в домогосподарствах, та/або рослинні відходи, що утворюються при осбулговуванні зелених насаджень в населених пунктах.

Для отримання якісного компосту необхідно забезпечити відсутність сторонніх предметів, речовин, матеріалів у біовідходами на етапі компостування.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

34

У разі направлення на компостування рослинних відходів від утримання зелених насаджень, вони попередньо повинні бути подрібнені до розміру орієнтовно 50 мм.

Компостування біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних ТПВ на сміттесортувальній лінії (ССЛ)

Метою компостування таких біовідходів є їх аеробна біологічна стабілізація для запобігання подальшого розкладу при захороненні.

Вихідною сировиною для компостування є дрібна фракція, що відбирається при сортуванні змішаних відходів на ССЛ на першій стадії - у барабанному сепараторі. Відсортована дрібна фракція з розміром часток до 50 мм складається з біовідходів та домішок інших відходів з розміром часток, що пройшли через отвори решітки барабанного сепаратора.

Відібрана дрібна фракція після сортування змішаних ТПВ на барабанному сепараторі направляється на компостування (біостабілізацію).

Вимоги до біовідходів, що є додатковими відносно приймання відходів до ССЛ, відсутні.

Компостування біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних ТПВ на ССЛ може здійснюватися спільно з компостуванням роздільно зібраних біовідходів та рослинних відходів від утримання зелених насаджень.

Компостування біовідходів, що вилучаються шляхом просіювання зі змішаних ТПВ, які направляються на захоронення

Принциповою відмінністю цього варіанту від попереднього є технічна реалізація просіювання змішаних біовідходів на окремому технологічному обладнанні (просіювачі), не прив'язаному технологічно до ССЛ.

Основні технологічні етапи процесу:

- приймання, накопичення, підготування суміші біовідходів для компостування;
- компостування;
- просіювання та тимчасове зберігання компосту.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

35

Приймання, накопичення, підготування суміші біовідходів для компостування

Приймання біовідходів та їх накопичення до обсягів, що дозволяють формувати штабель, здійснюється на спеціально відведеному майданчику.

Якщо роздільне збирання біовідходів організоване з використанням пластикових пакетів (не спеціалізованих, що біологічно розкладаються), то на етапі підготування біовідходів для компостування, слід передбачити виконання технологічної операції з відокремлення пакетів і відходів.

У разі застосування для роздільного збирання відходів спеціалізованих пакетів, що біологічно розкладаються, така технологічна операція не потрібна. Відходи направляються на компостування разом з пакетами.

Якщо разом із біовідходами домогосподарств, організацій та установ передбачається компостування рослинних відходів від утримання зелених насаджень (трава, листя, гілки, стовбури), частина таких відходів потребує подрібнення. І це повинно бути забезпечено технічно і організаційно.

Подрібнення біовідходів може здійснюватися для прискорення процесу компостування та поліпшення якості компосту, але не є обов'язковим, і часто не застосовується.

Для отримання компосту з заданими властивостями, який є збалансованим за елементами живлення, і для посилення мікробіологічних процесів, які відбуваються під час компостування, а також для зменшення втрат живильних речовин, до компостної суміші можуть бути включені активні біологічні та мінеральні добавки. Включення таких добавок розглядається як додаткова опція, і техніко-економічний аналіз щодо цього не проводиться. Рациональність, строки та види добавок, які підлягають додаванню в компостну суміш, встановлюються в залежності від конкретних умов виробництва та способу використання готового продукту.

Для компостування біовідходів, що відібрані зі змішаних відходів на ССЛ або шляхом окремого просіювання, розглядаються варіанти рішень, що

Підп. і дата	Інв. Недубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.	ТС 18510216					Арк
										36
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

забезпечують отримання біостабілізованого матеріалу для його використання в якості ізолюючого матеріалу при пересипанні шарів відходів, що захоронюються на полігонах ТПВ, або використанні при рекультивації полігонів та звалищ ТПВ.

Компостування

Оброблення біовідходів здійснюється шляхом компостування з формуванням штабелів. Компостування здійснюється на відкритій ділянці, яка може бути обладнана навісом (навіс може бути відсутній).

Компостну суміш закладається в штабелі без ущільнення.

Розміри штабелів можуть відрізнятися. У кожному конкретному випадку вони визначаються з урахуванням технічних можливостей їх формування та подальшого перемішування.

Технологічний процес отримання якісного компосту передбачає перемішування компосту (біовідходів), його аерацію, а також зволоження.

Перемішування здійснюється на місці закладання або шляхом пересування штабелю на інше місце.

Розглядаються наступні альтернативні технічні рішення з перемішування біовідходів в штабелі:

- перемішування самохідним ворошителем-аератором;
- перемішування причіпним ворошителем;
- перемішування фронтальним навантажувачем.

У результаті компостування загальна маса відходів зменшується. Обсяг зменшення ваги відходів залежить від низки факторів: початкового складу біовідходів та вмісту неорганічних включень; вологості біовідходів та компосту; технологічних особливостей здійснення процесу компостування.

Просіювання та тимчасове зберігання компосту

Для цілей приготування товарного компосту, готовий компост шляхом просіювання відокремлюється від некомпостованих матеріалів (пластик, металеві включення тощо), а також часток, що більше заданих за розміром.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

37

Відокремлені компоненти пластику та металеві включення направляються на захоронення. Частки органічних відходів, що більше заданих за розміром, повертаються на етап компостування, де відбувається їх подальше біологічне розкладання.

Технічне забезпечення процесу компостування

Для приготування компосту використовується техніка і транспортні засоби серійного виробництва. Технологічне обладнання процесу компостування включає:

- фронтальний навантажувач;
- ворошитель/аератор;
- сепаратор (просіювач) для компосту;
- устаткування для подрібнення рослинних відходів/біовідходів (можливо, відсутнє).

Продукти, що будуть отримані в результаті компостування біовідходів, та варіанти їх застосування

Результатом компостування відокремлено зібраних біовідходів (рослинні та харчові), включаючи рослинні відходи від утримання зелених насаджень у населених пунктах, є компост, що може служити високоякісним добривом, багатим на гумус. У разі наявності в біовідходах сторонніх включень та домішок, це накладає обмеження на використання компосту.

Отриманий компост можна використовувати для покращення ґрунтів, як добриво для рослин, у ландшафтному дизайні, садівництві та озелененні.

У результаті компостування біовідходів, що вилучаються зі змішаних ТПВ, отримують біостабілізовану суміш - компост отриманий з біовідходів, що містить значну кількість включень з ТПВ, що були відокремлені разом з біовідходами при просіюванні.

Такі біостабілізовані відходи є відносно інертними та не розкладаються при захороненні на полігоні ТПВ. Передбачається, що їх можна буде

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

використовувати для пересипання шарів відходів, що захоронюються на полігонах ТПВ, замість ґрунту або інших ізолюючих матеріалів.

У разі просіювання компосту після компостування біовідходів, що вилучаються зі змішаних ТПВ, також можна отримувати компост. Втім за якістю такий компост буде поступатися компосту, отриманому з роздільно зібраних біовідходів. Сторонні включення, відділені при просіюванні, направляються на захоронення, а компост може бути використаний, наприклад для рекультивації полігонів, звалищ та інших цілей, виходячи з якості компосту, отриманого на ЦОБВ.

В подальшому зупинимось на розгляді технічних рішень з компостування біовідходів з формуванням штабелів, яка оптимально підходить для компостування великої кількості біовідходів. Рішення спрямоване на компостування різних видів біовідходів, включаючи рослинні та харчові відходи, а також ті, що відокремлюються при сортуванні на сміттесортувальних лініях (ССЛ). Системи також передбачають спільне компостування різних видів біовідходів для оптимізації використання ресурсів.

Компостування біовідходів, відокремлених на ССЛ, полягає в їхній аеробній біологічній стабілізації для запобігання подальшого розкладу при захороненні. Вихідна сировина для цього процесу - дрібна фракція, відібрана на першій стадії сортування на барабанному сепараторі. Ця фракція складається з біовідходів та домішок інших відходів розміром до 50 мм, які пройшли через отвори решітки сепаратора. Дрібна фракція направляється на компостування для біостабілізації.

3.3 Розрахунок технологічних та технічних параметрів об'єкту оброблення біовідходів

Технологічні параметри процесу компостування, що є визначальними для аналізу конкретних технічних рішень ЦБОБ:

Підп. і дата	Інв. Недубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.	ТС 18510216					Арк
										39
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

- час компостування;
- кількість перемішувань компосту в буртах.

При аналізі технологічних та технічних параметрів об'єкту оброблення біовідходів, з урахуванням Стандарту Міністерства з питань житлово-комунального господарства України СОУ ЖКГ 03.09-014:2010. Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів, були прийняті припущення щодо кількості перемішувань та часу компостування (табл. 3.3.1).

Витяг з СОУ ЖКГ 03.09-014:2010 [8]:

5.2.4.5 Штабелі компосту потрібно перемішати через (7-10) днів після початку інтенсивного біотермічного процесу та повторити через (1-1,4) місяці. Перемішування можна здійснювати на місці закладання або шляхом пересування штабелю на інше місце.

5.2.5.2 За температурними режимами процес компостування потрібно поділяти на 2 фази:

- термофільна, від 500°C до 700°C;
- мезофільна, від 330°C до 380°C.

Треба забезпечити таку тривалість протікання кожної фази:

- для термофільної – не менше ніж 4 доби за умов рівномірного розігрівання всієї компостної маси не менше ніж до 550°C;
- для мезофільної – від (1-3) місяців у разі компостування з примусовою аерацією, до (5-7) місяців у разі компостуванні з природною аерацією

Підп. і дата	Інв. Недубл.	Взаєм. інв. №	Підп. і дата	Інв. №подл.	TC 18510216					Арк
										40
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

Таблиця 3.3.1 Прийняті параметри компостування

Спосіб перемішування	Кількість перемішувань	Час компостування
	разів	місяців
Використання самохідних ворошителів / аераторів	10	3
Використання причіпних ворошителів / аераторів	10	3

За результатами сумісного аналізу технічних параметрів обладнання були сформовані наступні варіанти комбінації технічних засобів для реалізації компостування на майданчиках ЦБОБ (таблиця 3.3.2). При можливих альтернативних варіантах комплектації обладнання перевагу віддавали підбору обладнання від одного виробника або постачальника.

Прийняті позначення (таблиця 3.3.2) для таких комбінацій використовуються в подальшому для спрощення опису комплектації обладнання, що розглядається.

Споживання палива та електричної енергії розраховується, виходячи з технічних характеристик обладнання (Додаток А) та технологічних характеристик процесу для конкретних майданчиків.

Інші технологічні параметри, такі як споживання води на зрошення компосту, внесення добавок до біовідходів на етапі закладання штабелів тощо, опосередковано враховані через прийнятий час компостування.

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

Таблиця 3.3.2 Позначення, що використовуються при аналізі рішень з компостування

Комплектація технічних засобів			Позначення
Ворошитель / аератор	Трактор / фронтальний навантажувач	Просіювач	
Ворошители самохідні			
BACKHUS A30	MT3 82.1 Беларусь	Gremac e2 з дизель генератором	a
BACKHUS A38	MT3 82.1 Беларусь	Gremac e2 з дизель генератором	b
Ворошители причіпні			
VK-3000	MT3 1221.2 Беларусь	Vaglio 1500 з електродвигуном	c
Rivo 280	MT3 1221.2 Беларусь	Vaglio 1500 з електродвигуном	d
GK3000	MT3 1221.2 Беларусь	Vaglio 1500 з електродвигуном	e

Зона компостування

Площа зони компостування визначається кількістю біовідходів/компосту, що одночасно розміщується в зоні компостування, розмірами буртів компосту та їх розміщенням на майданчику (відстанню між буртами та розміром вільних проходів для забезпечення роботи технічних засобів).

Розмір буртів біовідходів, що компостуються, відстань між буртами та розміри вільних проходів для забезпечення роботи технічних засобів на майданчику компостування визначаються технічними характеристиками ворошителів/аераторів та тракторів/навантажувачів.

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

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

ТС 18510216

У подальшому аналізі необхідних розмірів майданчиків компостування приймаються наступні варіанти розмірів та розташування буртів.

У разі використання для ворошіння буртів самохідних ворошителів/аераторів (Рис. 3.3.1 а) приймається наступна схема розміщення буртів на майданчику:

- розташування буртів: групами по 4 шт., відстань між буртами - 0,5 м;
- довжина буртів: 50 м, з можливістю збільшення до 100 м;
- ширина бурта: 3–5 м, визначається технічними характеристиками ворошителів/аераторів;
- відстань (проходи) між групами буртів: вздовж бурта - 4 м, з торцевого боку бурта у разі розміщення буртів у декілька рядів - 8 м;
- відстань від країв буртів до меж майданчику: не менше 6 м.

У разі використання для ворошіння буртів причіпних ворошителів (Рис. 3.3.1 б) приймається наступна схема розміщення буртів на майданчику:

- розташування буртів: групами по 4 шт., відстань між буртами - 1,5 м;
- довжина буртів: 50 м, з можливістю збільшення до 100 м;
- ширина бурта: 3 м, визначається технічними характеристиками причіпних ворошителів
- відстань (проходи) між групами буртів: вздовж бурта - 6 м, з торцевого боку бурта у разі розміщення буртів у декілька рядів - 8 м;
- відстань від країв буртів до меж майданчику: не менше 6 м.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 18510216	Арк
						43
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

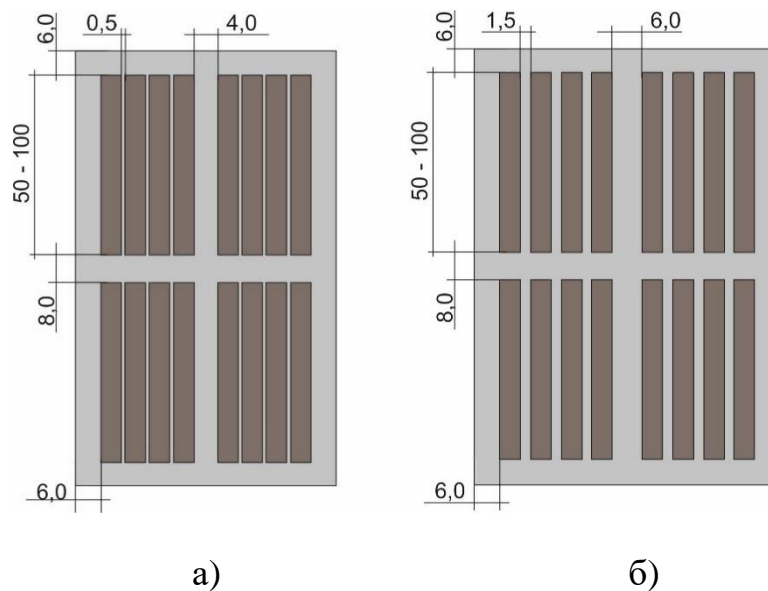


Рисунок 3.2 – Схема розташування бургтів на майданчику компостування

Таблиця 3.3.3 – Необхідна загальновиробнича площа майданчику компостування

Вид біовідходів	Обсяг біовідходів тонн/рік	Загальна виробнича площа майданчику компостування				
		BACKHUS A30	BACKHUS A38	VK-3000	Rivo 280	GK3000
		га	га	га	га	га
Роздільно зібрані біовідходи	5439	1,95	1,45	2,11	3,19	2,33
Відсортовані біовідходи	14999	4,83	3,41	5,30	8,30	5,92
Разом	20438	6,46	4,52	7,11	11,20	7,96

Таблиця 3.3.4 – Споживання палива за комплектаціями технічних засобів

Вид біовідходів	Споживання палива, літрів / рік (за комплектаціями технічних засобів)				
	a	b	c	d	e
Роздільно зібрані біовідходи	5734	5435	10192	13508	11386
Відсортовані біовідходи	15811	14987	28105	37253	31402
Разом	21544	20422	38296	50761	42789

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

ТС 18510216

Арк

44

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Таблиця 3.3.5 – Розрахункова кількість виготовлення товарного компосту з біовідходів

Найменування адміністративно-територіальних одиниць	Біовідходи	Товарний компост
	тонн/рік	тонн/рік
Біовідходи роздільно зібрані	5439	3263,40
Біовідходи відсортовані	14999	8999,40
Разом	20438	12262,80

Фінансово-економічний аналіз

Інвестиційні витрати включають витрати на:

- розроблення проектно-технічної документації та підготування документації для отримання необхідних дозвільних документів;
- проходження процедур погодження проектно-технічної документації, отримання необхідних дозволів;
- капітальні витрати: будівництво ЦБОБ; придбання (за необхідності монтаж) технологічного обладнання;
- інші витрати.

Витрати на розроблення технічної документації, проходження процедур та отримання дозволів включають витрати на:

- впорядкування земельних питань;
- розроблення проектно-технічної документації ЦБОБ;
- підготування документації для отримання необхідних дозвільних документів (включаючи екологічні);
- проходження процедур погодження проектно-технічної документації, отримання необхідних дозволів;
- тощо.

Капітальні витрати на будівництво ЦБОБ включають безпосередньо створення виробничого майданчика. Крім того капітальні витрати на будівництво ЦБОБ можуть включати витрати на:

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

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

ТС 18510216

Інші капітальні витрати (у т.ч. непередбачувані) враховуються в обсязі 10% від загальних капітальних витрат.

Поточні витрати на оброблення біовідходів включають:

1) прямі матеріальні витрати:

- витрати на використання палива та споживання електроенергії;
- витрати на планові ремонти і обслуговування основного технологічного обладнання;

2) прямі витрати з оплати праці (заробітна плата виробничого персоналу, діяльність якого безпосередньо пов'язана з відповідним технологічним процесом);

3) інші прямі витрати:

- єдині соціальні внески для виробничого персоналу;
- амортизація основних виробничих засобів, інших необоротних матеріальних і нематеріальних активів виробничого призначення;
- інші виробничі витрати, безпосередньо пов'язані з відповідним технологічним процесом;

4) загальновиробничі витрати.

При визначенні поточних витрат на оброблення біовідходів приймаємо наступні вихідні дані:

5 Фактичні обсяги споживання енергетичних ресурсів визначаються виходячи з часу завантаженості відповідного технологічного обладнання та його характеристик. Характеристики технологічного обладнання щодо споживання палива або електричної енергії наведені у додатку Б.

Вартість палива – 42 грн/л (без ПДВ).

Тарифи на електроенергію 224,35 без ПДВ, коп./кВт*год (тариф АТ «СУМИОБЛЕНЕРГО» станом на 2024 рік).

В розрахунках приймали економічний термін експлуатації (а також термін амортизації):

- для елементів будівництва 25 років;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк
47

- для технічних засобів 10 років.

У економічних розрахунках враховуються витрати на споживання води, і не враховуються витрати на споживання додаткових компонентів, що можуть вноситися для інтенсифікації компостування або підвищення якості компосту.

Таблиця 3.3.6 Заробітна плата працівників ЦБОБ, прийнята для розрахунків

Професія і посада	Оклад
	грн/місяць
Керівник виробничого майданчику	16000,00
Водій навантажувача, Оператор – самохідного аератора	11000,00
Оператор – подрібнювача та просіювача	11000,00
Технолог	14000,00
Лаборант	14000,00

Витрати на капітальні та поточні ремонти і обслуговування для усього технічного обладнання прийняті в обсязі 2%/рік від вартості обладнання.

При розрахунках витрат пов'язаних з експлуатацією тракторів приймається до уваги, універсальність обладнання (тракторів), що дозволяє їх використання також для інших цілей, не пов'язаних з функціонуванням ЦБОБ. Таким чином витрати, пов'язані з експлуатацією тракторів обліковуються пропорційно часу завантаженості. При розрахунку витрат прийняті наступні припущення щодо коефіцієнтів завантаженості техніки.

Загальна завантаженість тракторів складає 90% від усіх робочих днів на рік.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

**РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТУ
ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ОБРОБЛЕННЯ БІОВІДХОДІВ КОНОТОПСЬКОЇ
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

Сценарій 1. Біологічне оброблення роздільно зібраних біовідходів

Створення ЦБОБ у м. Конотоп. При створення ЦБОБ важливими є як фінансово-економічні показники об'єкту так і необхідна площа земельної ділянки для будівництва майданчику компостування (таблиця 3.3.7).

Слід враховувати те, що на даний момент у м. Конотоп не запроваджений роздільний збір біовідходів у складі побутових відходів. У разі запровадження роздільного збирання біовідходів на перших етапах обсяг роздільно зібраних відходів може значно відрізнятись від прогнозованого значення. Таким чином доцільно планувати покрокове збільшення площі майданчику компостування (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Необхідна загальновиробнича площа майданчику компостування

Обсяг біовідходів		Загальна виробнича площа майданчику компостування	
% від планового обсягу	тонн/рік	га	
		«а»	«с»
100%	5439	1,95	2,11
90%	4895	1,76	1,90
80%	4351	1,56	1,69
70%	3807	1,37	1,48
60%	3263	1,17	1,27
50%	2720	0,98	1,06
40%	2176	0,78	0,84
30%	1632	0,59	0,63
20%	1088	0,39	0,42
10%	544	0,20	0,21

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

ТС 18510216

Арк

51

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Враховуючи, що запровадження роздільного збирання відходів буде поступовим, можна збільшувати загально-виробничу площу майданчика поступово, додаючи площу бетонного покриття по мірі збільшення кількості відходів, що будуть надходити на ЦБОБ. Таким чином зменшивши загальні витрати на початку будівництва майданчику для компостування. Але навіть при цій умові перший сценарій є недоцільним для виконання.

Основні дані за варіантами комплектації технічних засобів «а», «b», «с», «d», «e» наведені у таблиці 3.3.7.

З урахуванням необхідної площі майданчику є сенс перевагу віддавати комплектаціям технічних засобів «а» або «с» Тому згідно проведеного аналізу (таблиця 3.3.7) необхідно використати комплектацію технічних засобів «а» так, як таким чином більшість технологічних процесів буде залежати саме від наявності палива, а не електроенергії. А складова витрат, що буде потребувати компенсацію за рахунок тарифу, буде значно менша навіть у порівнянні з варіантом «с».

Сценарій 2. Біологічне оброблення біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних побутових відходів на ССЛ, разом з роздільно зібраними біовідходами

Створення ССЛ у м. Конотоп. При створення важливими є як фінансово-економічні показники об'єкту так і необхідна площа земельної ділянки для будівництва майданчику для створення смітте-сортувальної лінії.

Згідно проведеного аналізу можемо зробити висновок про доцільність використання за цим сценарієм використання технічних засобів «b» (таблиця 3.3.8).

Варіант «b» в порівнянні з комплектацією технологічних засобів «а», «с», «d», «e» має значно нижчі капітальні витрати, необхідну площу для будівництва майданчику для компостування, а також найнижчу складову витрат, що буде потребувати компенсацію за рахунок тарифу – 2896 тис. грн/рік.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 18510216					Арк				
										52				
										Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єктах
централізованого компостування біовідходів

При поводженні з твердими побутовими відходами (ТПВ), працівник
піддається впливу наступних небезпечних та шкідливих факторів [9]:

1. Хімічні фактори:

- Збільшений рівень сірчаних газів у повітрі робочої зони та в зоні дихання;
- Вплив інших шкідливих речовин, таких як пил, сажа, аміак, хлорбензол, метан, сірководень і т.д.

2. Фізичні фактори:

- Підвищена запиленість повітря в робочій зоні;
- Викиди речовин з неприємним запахом (сірководень, аміак, меркаптани) на полігонах, сміттесортувальних лініях та компостувальних зонах;
- Шум від транспортних засобів та устаткування для подрібнення ТПВ на сміттесортувальних та компостувальних лініях;
- Вплив магнітного поля для робітників, які сортують метал;
- Підвищений рівень шуму від обладнання;
- Недостатня освітленість робочого місця.

3. Психофізіологічні фактори:

- Фізичне перенавантаження, включаючи статичну та динамічну перенапругу.
- Нервово-психічне перенавантаження, що включає напруження зорових аналізаторів та нервово-емоційне напруження.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

54

Технологія переробки твердих побутових відходів відбувається за використання обладнання, що потребує людських ресурсів. Персонал, який працює з обладнанням, повинен знати та дотримуватись вимог техніки безпеки, пройшовши попереднє навчання з дотримання техніки безпеки.

Територія компостувальної станції, на якій знаходиться необхідна техніка, забезпечують плакатами, застережними написами, а також основними витягами з інструкцій з техніки безпеки та пожежної безпеки.



Рисунок 5.1 – Попереджувальні знаки безпеки “захист слуху”

Підприємство має гарантувати, що працівники та відвідувачі мають належні засоби захисту від шуму, такі як вушні беруші, при високому рівні шуму (згідно з OSHA, 2008В, див. таблицю 5.1.1). Для оперативного визначення рівня шуму широко використовують портативні децибельні лічильники, що є доступними та ефективними засобами. Також OSHA рекомендує розміщувати вивіски, які інформують про необхідність захисту слуху в конкретних зонах (див. Рис. 5.1.1).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Таблиця 5.1.1 – Безпечний максимально допустимий рівень децибел (OSHA, 2008B)

Тривалість на день (години)	Рівень звуку (дБ)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25	115

Електричні проводи та труби для подачі повітря та води для живлення обладнання розташовані в місцях, де вони не піддаються механічному пошкодженню. Всі магістралі не створюють перешкод для вільного пересування працівників. Пересувні установки комплектуються справним інструментом, засобами пожежогасіння, захистом від електростатичної напруги та аптечкою першої допомоги. До роботи з обладнанням допускаються досвідчені та кваліфіковані працівники, які добре розуміють будову обладнання, ознайомлені з правилами техніки безпеки та пройшли відповідний інструктаж. Відповідальність за техніку безпеки при експлуатації обладнання та на пересувних установках несе інженер з охорони праці.

Кожне робоче місце обладнане витяжною вентиляцією, лампами для забезпечення денного світла та обігрівачами у холодну пору року. Небезпечні для людей зони обладнані огорожами для запобігання контакту людей з обладнанням та уникнення непередбачуваних випадків. Експлуатацію

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	<i>ТС 18510216</i>					Арк		
										56		
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			

обладнання здійснюють слюсарі та електрики станції відповідно до інструкцій, які чітко визначають правила повсякденної експлуатації, дрібного ремонту, змащування механізмів та вимоги безпеки.

Перед запуском обладнання проводиться перевірка його чистоти та справності роботи, відсутності сторонніх предметів на рухомих частинах. Також перевіряється справність захисних елементів, завантажувальних пристроїв, кріплення вузлів, стійок, редукторів, гальмівних пристроїв та з'єднувальних муфт.

Протягом всього процесу слід уникати можливості контакту робітників із шкідливими речовинами. Особлива увага приділяється з'єднанням трубопроводів та арматури. Потенційно небезпечні ділянки виробництва герметизуються та обладнуються вентиляційними установками. Експлуатація обладнання відповідає вимогам, зазначеним у інструкціях з експлуатації та здійснюється фахівцями. На сортувальній лінії надають комфортні та безпечні умови для роботи працівників.

Пожежна безпека

В залежності від ступеня токсичності всі міські відходи, які сортуються на станції поділяються на класи небезпеки:

III клас – помірно небезпечні,

IV клас – мало небезпечні.

Санітарні норми СП 2.1.7.3397-85 визначають, що на сортувальних станціях твердих побутових відходів (ТПВ) може здійснюватися розміщення промислових відходів із вологістю до 85%, які є безпечними відносно вибухопожежної небезпеки, і токсичність водної витяжки цих відходів (1 л на 1 кг) не повинна перевищувати токсичність фільтрату ТПВ [9].

Сортуванню піддаються відходи III та IV класу.

Санітарні норми СП 2.1.7.3397-85 визначають, що токсичні відходи IV класу небезпеки, які відповідають встановленим вимогам, можуть бути прийняті

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк 57
					ТС 18510216					
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

на сортувальній станції ТПВ в необмеженій кількості. Відходи III класу небезпеки приймаються в обмежених обсягах і змішуються з ТПВ у такому співвідношенні, щоб водний фільтрат не був токсичнішим, ніж фільтрат ТПВ[9].

Під час експлуатації станції існує потенційний ризик, пов'язаний із спалюванням комунальних відходів, схожий на ризики, які можна очікувати при згоранні інших видів твердого палива. Пожежна безпека сортувальної станції забезпечується встановленням систем виявлення та запобігання пожежі, таких як пожежна сигналізація, оповіщення та управління евакуацією, внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння [9].

З метою запобігання небезпеці пожежі та вибуху, бункер для відходів оснащений піно-водяними лафетними стволами. Для зниження накопичення пилу та вибухів пилу передбачено спеціальні заходи.

Структури та приміщення, за необхідності, розділяються пожежними перегородками та стінами. Протипожежний запас води для зовнішнього та внутрішнього пожежогасіння забезпечується двома резервуарами загальним об'ємом 1500 м³. Розрахунковий час гасіння пожежі становить 3 години, а тиск в системах пожежогасіння підтримується насосним обладнанням [9].

За ступенем ризику та небезпеки виникнення аварій та надзвичайних ситуацій, а також за рівнем загрози для здоров'я людей і довкілля, сортувальна станція віднесена до низького ступеню [9].

5.2. Безпека персоналу у надзвичайних ситуаціях воєнного стану

З метою зниження ризиків нещасних випадків на виробництві та забезпечення безпечних умов праці для працівників промислових підприємств під час проведення робіт в умовах воєнного стану в Україні, роботодавці повинні дотримуватися комплексу заходів [10]:

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

58

1. Забороняти здійснення робіт та експлуатацію обладнання на промислових майданчиках, розташованих безпосередньо в зонах воєнних дій чи на невеликій відстані від них.
2. Спільно з представниками структурних підрозділів МВС, ДСНС, територіальної оборони організувати перевірку території підприємства та прилеглих ділянок на предмет наявності снарядів, вибухових пристроїв та інших підозрілих предметів і матеріалів.
3. Організувати позапланові інструктажі з питань охорони праці для працівників щодо дій посадових осіб та виробничого персоналу суб'єктів господарювання в умовах воєнних дій (артилерійські обстріли, бомбардування тощо).
4. Розробляти плани евакуації та ліквідації аварій з мінімальним ризиком для життя та здоров'я працюючих.
5. Забороняти використання несправного обладнання.
6. Забезпечувати ефективну роботу технічних служб для попередження виробничого травматизму.
7. Організувати роботу виключно у денний час, а при штучному освітленні – з можливістю світломаскування.
8. Розробляти безпечні маршрути для доставки, транспортування та ручного переміщення обладнання, устаткування та інших матеріалів до місця виконання робіт та ознайомлювати з ними безпосередніх виконавців зазначених робіт.
9. Забезпечувати створення безпечних умов праці, особливо в місцях концентрації працівників та устаткування, розташованих на значній відстані від населених пунктів, включаючи надання невідкладної медичної допомоги та створення пунктів обігріву при необхідності.
10. Забезпечувати ефективний зв'язок для оперативного оповіщення працівників за допомогою сигналів "Повітряна тривога" та "Відбій повітряної тривоги".

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

59

11. Забороняти виконання складних робіт на відкритому просторі, особливо в зонах, прилеглих до ведення воєнних дій.
12. Забезпечувати працівників відповідним захисним спорядженням.
13. Під час "Повітряної тривоги" припиняти всі роботи, вимикати обладнання та переходити до укриття. Після "Відбою повітряної тривоги" повертатись до роботи в штатному режимі.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	<i>ТС 18510216</i>				Арк
									60
									Вип

Таблиця 6.1 – Перелік використаного обладнання для 1 сценарію.

Комплектація технічних засобів			Позначення
Ворошитель / аератор	Трактор / фронтальний навантажувач	Просіювач	
Ворошители самохідні			
ВАСКНУS А30	МТЗ 82.1 Беларусь	Гремас е2 з дизель генератором	а
Ворошители причіпні			
VK-3000	МТЗ 1221.2 Беларусь	Vaglio 1500 з електродвигуном	с

У другому сценарії розглядається створення смітте-сортувальної лінії (ССЛ) для оброблення біовідходів, що відокремлюються при сортуванні змішаних побутових відходів, разом з роздільно зібраними біовідходами. Варто обрати технічну комплектацію "b" оскільки саме вона є найбільш виправданою, оскільки має найнижчі капітальні витрати та необхідну площу для будівництва майданчика для компостування. Використання технічних засобів "a", "c", "d", "e" не розглядається через їх високі капітальні витрати та складові витрат, що будуть потребувати компенсацію за рахунок тарифу (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2 – Перелік використаного обладнання для 2 сценарію.

Комплектація технічних засобів			Позначення
Ворошитель / аератор	Трактор / фронтальний навантажувач	Просіювач	
Ворошители самохідні			
ВАСКНУS А38	МТЗ 82.1 Беларусь	Гремас е2 з дизель генератором	б

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

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

ТС 18510216

- 10.Рекомендації для роботодавців, які організують роботу працівників промислових підприємств в умовах воєнного стану // Дрогобицька рада URL: <https://drohobych-rada.gov.ua/rekomendatsiyi-dlya-robotodavtsiv-yaki-or/> (дата звернення: 01.12.2023).
- 11.Постачальник тракторів з навісним та додатковим обладнанням // МТЗ Беларус URL: <https://agroshock.com.ua/> (дата звернення: 01.12.2023).
- 12.Постачальник самохідних ворошителів/аераторів // Eggersmann GmbH URL: <https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/> (дата звернення: 01.12.2023).
- 13.Постачальник причіпних ворошителів/аераторів // ТОВ «ФІНПРО ГРУП» URL: <https://finpro.group/> (дата звернення: 01.12.2023).
- 14.Постачальник причіпних ворошителів/аераторів // ТОВ «Лізава» URL: www.lizava.com.ua (дата звернення: 01.12.2023).
- 15.Постачальник сепараторів для просіювання компосту // Eggersmann GmbH URL: <https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/> (дата звернення: 01.12.2023).
- 16.Постачальник сепараторів для просіювання компосту // ТОВ «ФІНПРО ГРУП» URL: <https://finpro.group/> (дата звернення: 01.12.2023).

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 18510216					Арк
										65
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

ДОДАТКИ

Додаток А. Підбір основного технологічного обладнання для об'єктів
централізованого компостування біовідходів

Таблиця А.1 – Трактори з навісним та іншим додатковим обладнанням

[11]

Найменування	Одиниці вимірювання	МТЗ 1221.2 Беларус	МТЗ 1221.2 Беларус	МТЗ 82.1 Беларус
Додаткове обладнання		Ходо- зменшувач	Ходо- зменшувач	
		Навантажувач фронтальний		Навантажувач фронтальний
Технічні характеристики				
Робоча потужність двигуна	к.с.	130	130	81
	кВт	96	96	59,6
Вантажопідйомність навісного механізму	кг	4300	4300	3200
Коля передніх / задніх коліс	мм	1540- 2090/1530-2150	1540- 2090/1530-2150	1430-1990/1500- 2100
Радіус повороту коліс	м	5,4	5,4	3,8
Габаритні розміри: ДхШхВ	м	4,5х2,3х2,85	4,5х2,3х 2,85	4,15х2х2,8
Колісна база	мм	2750	2750	2400
Споряджена маса	кг	5600	5600	3800
Паливо		дизельне	дизельне	дизельне
Споживання палива	л/год	13,6	13,6	5,8
Економічні характеристики				
Вартість трактора, без ПДВ	тис. грн	1200	1200	715
Економічний термін експлуатації	років	10	10	10
Фронтальний навантажувач Вартість, без ПДВ	тис. грн	140	-	140
Ходозменшувач	тис. грн	100	100	-
Разом	тис. грн	1440	1300	855

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

ТС 18510216

Арк

66

Вип Арк № докум. Підп. Дат

Таблиця А.2 – Самохідні ворошители / аератори [12]

Найменування	Одиниці вимірювання	BACKHUS A30	BACKHUS A38	BACKHUS A45	BACKHUS A50
Габарити					
Довжина	м	2,60	4,35	4,90	5,10
Ширина	м	3,55	4,50	5,20	6,20
Висота	м	1,95	4,35	4,50	4,75
Вага	т	1,90	8,00	14,00	18,00
Параметри бурта					
Ширина бурта	м	3	3,8	4,5	5
Висота бурта	м	1,3	1,9	2,3	2,4
Технічні характеристики					
Продуктивність	м ³ /год	700	1500	3000	3500
Наявність функції зрошення компосту		так	так	так	так
Паливо		дизельне	дизельне	дизельне	Дизельне
Споживання палива	л/год	9	17	25	28
Економічні характеристики					
Вартість, без ПДВ	Євро	58692	188725	288916	332919
	тис. грн	2385	7669	11740	13528
Країна виробник		Німеччина			
Можливий постачальник		Eggersmann GmbH (Німеччина) https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/ Представник компанії в Україні Сергій Прокопенко Телефон: +38 067 404 41 24 prokopenko@ope.com.ua			

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

Таблиця А.3 – Причіпні ворошители / аератори [13,14]

Найменування	Одиниці вимірювання	Rivo 280	GK3000	VK-3000
Габарити				
Довжина	м	4,20	4,20	4,50
Ширина	м	1,90	3	3,00
Висота	м	1,98	1,60	1,80
Вага	т	1,50	6,50	2,72
Параметри бурта				
Ширина бурта	м	2,5	3	3
Висота бурта	м	1,2	1,6	1,8
Технічні характеристики				
Продуктивність	м3/год	450	960	900
Наявність функції зрошення компосту		Оснащений ємністю для води на 1000 л.	Оснащений ємністю для води на 800 л.	Ворошитель агрегується з напівприцепом на якому встановлена бочка для води (V 6500 л) і бочка для інокулянта (V 250 л) з системою змішування та подачі суміші на форсунки ворошителя
Необхідна потужність трактора	к.с.	60-120	80-100	120-140
Економічні характеристики				
Вартість, без ПДВ	Євро	20500	21100	
	тис. грн	833	858	900
Виробник		Компанія Saravaggi, Італія	Компанія EYS, Туреччина	ТОВ «Лізава»
Можливий постачальник		ТОВ «ФІНПРО ГРУП» Україна, Київ, 01042 Пер. Новопечерський, 3, корп. 2 Тел.: (067) 111-6666 info@finpro.group https://finpro.group/		Україна, 28000, пр-т. Соборний, 122-В, м. Олександрія, Кіровоградська обл. Тел.: +38 (068) 213-32-27 E-mail: lizava@lizava.com.ua Сайт: www.lizava.com.ua Для клієнтів Тел.: +38 (067) 633-04-95 Тел.: +38 (098) 152-37-43 E-mail: info@lizava.com.ua

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

ТС 18510216

Арк

68

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

Таблиця А.4 – Сепаратори для просіювання компосту [15,16]

Найменування	Одиниці вимірювання	Gremac e2	Gremac e2	Terra Select T40	Vaglio 1500	Vaglio 3000
Технічні характеристики						
Продуктивність	м³/год	50	50	100	10 – 30	20 – 60
Паливо		-	дизельне	дизельне	-	-
Споживання палива	літрів/год	-	3	17	-	-
Електрична потужність	кВт	9	-	-	22	39,72
Економічні характеристики						
Вартість, без ПДВ	Євро	68750	72083	126183	66000	74000
	тис. грн	2791	2927	5123	2680	3004
Країна виробник		Німеччина			Італія	
Можливий постачальник		Eggersmann GmbH (Німеччина) https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/ Представник компанії в Україні Сергій Прокопенко Телефон: +38 067 404 41 24 prokopenko@ope.com.ua			ТОВ «ФІНПРО ГРУП» Україна, Київ, 01042 Пер. Новопечерський, 3, корп. 2 Тел.: (067) 111-6666 info@finpro.group https://finpro.group/	

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 18510216

Арк

69