

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2026 р.

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

Модернізація компостоприготувальної машини з
вдосконаленням транспортера

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи ГМ-22-1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____ Домашич Артем Володимирович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Володимир АМОСОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

докт. техн. наук, професор

_____ Микола МОРОЗ

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Домашич Артем Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Модернізація компостоприготувальної машини з вдосконаленням транспортера
2. Керівник роботи (проекту) Амосов Володимир Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 12.06.2026 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Метою кваліфікаційної роботи є підвищення надійності, продуктивності та зменшення енерговитрат під час експлуатації компостоприготувальної машини шляхом удосконалення конструкції транспортера.
5. Перелік графічного матеріалу 1. Змішувач компостів – схема функціональна; 2. Змішувач компостів – складальне креслення; 3. Блок шнеків – складальне креслення; 4. Деталювання. Всього 4,0 аркуші формату A1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-4	Амосов В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	27.05.2026 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	30.05.2026 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3, 4	05.06.2026 р.	
4	Оформлення пояснювальної записки,		
	графічної частини, підготовка до захисту.	10.06.2026 р.	

Дата видачі завдання
«13» квітня 2026 р.

Підпис керівника

_____ Амосов В.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Домашич А.В.
(прізвище та ініціали)

Домашич Артем Володимирович
Domashych Artem

Модернізація компостоприготувальної машини з вдосконаленням транспортера

Modernization of the composting machine with improved conveyor

Запропонована заміна ланцюгово-скребкового транспоруючого пристрою на двошнековий транспортер спрямована на підвищення надійності, продуктивності та зменшення енерговитрат під час експлуатації модернізованої компостоприготувальної машини. Зміна конструкції транспортера обґрунтована технологічними, кінематичними, енергетичними та розрахунками на міцність. Запропоновано заходи по покращенню умов праці персоналу, обслуговуючого агрегат.

The proposed replacement of the chain-scraper conveyor with a twin-screw conveyor is aimed at increasing reliability, productivity and reducing energy consumption during the operation of the modernized composting machine. The change in the design of the conveyor is justified by technological, kinematic, energy and strength calculations. Measures to improve the working conditions of the personnel servicing the unit are proposed.

компост, транспортер, шнек, продуктивність, зменшення енерговитрат

compost, conveyor, auger, productivity, reduction of energy consumption

Домашич, А. В. Модернізація компостоприготувальної машини з вдосконаленням транспортера: кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 133 «Галузеве машинобудування» / наук. кер. В.В. Амосов; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2026. – 38 с.

[illegible]

1 ВСТУП

Сучасний розвиток сільськогосподарського виробництва неможливий без широкого впровадження ефективних технологій підвищення родючості ґрунтів. Одним із найважливіших напрямів є використання органічних добрив, які забезпечують відновлення гумусового стану ґрунту, покращують його фізичні, хімічні та біологічні властивості, а також сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Значну роль у виробництві органічних добрив відіграє процес приготування компостів, який потребує застосування високопродуктивних і надійних машин.

Компостоприготувальні машини використовуються для змішування органічних компонентів, подрібнення окремих складових та формування однорідної компостної маси. Від ефективності їх роботи залежить якість готового компосту, продуктивність технологічного процесу та економічні показники господарства. Разом із тим аналіз існуючих конструкцій показує, що окремі вузли таких машин не повною мірою відповідають сучасним вимогам щодо продуктивності, надійності та енергоефективності.

Одним із найбільш відповідальних елементів компостоприготувальної машини є транспортер, який забезпечує подачу, переміщення та дозування компонентів компостної суміші. У процесі експлуатації транспортери зазнають значних механічних навантажень, що призводить до підвищеного зношування робочих органів, зниження продуктивності та збільшення витрат на технічне обслуговування. Тому вдосконалення конструкції транспортера є актуальним завданням, спрямованим на підвищення ефективності роботи всієї машини.

					ЗКШ 00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Домашич						
Перевір.		Амосов						
Реценз.								
Н. Контр.		Артеменко				ЦНТУ гр. ГМ-22-1		
Затверд.		Васильковський						

Метою кваліфікаційної роботи є модернізація компостоприготувальної машини шляхом удосконалення конструкції транспортера для підвищення його надійності, продуктивності та зменшення енерговитрат під час експлуатації.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 СТАН ПИТАННЯ ПРО КОМПОСТОПРИГОТУВАЛЬНІ МАШИНИ

Одним із найважливіших напрямів підвищення родючості ґрунтів є використання органічних добрив. В останні роки особливої уваги набуває технологія компостування органічних відходів тваринництва та рослинництва, яка дозволяє отримувати високоякісні добрива з мінімальними витратами[1].

Для механізації процесів приготування компостів застосовують спеціальні компостоприготувальні машини, які забезпечують подрібнення, перемішування, дозування та транспортування компонентів компостної суміші[1].

Ефективність роботи таких машин значною мірою визначається конструкцією транспортуючих пристроїв. Саме транспортер забезпечує рівномірну подачу сировини до робочих органів машини, тому його технічний стан і конструктивне виконання безпосередньо впливають на продуктивність обладнання та якість приготованого компосту.

Аналіз сучасних компостоприготувальних машин показує, що найбільш поширеними є конструкції з ланцюгово-скребковими транспортерами. Незважаючи на простоту та достатню надійність, такі транспортні системи мають низку недоліків, пов'язаних зі значним зношуванням рухомих елементів, нерівномірністю подачі матеріалу та високими енерговитратами. Тому актуальним напрямом удосконалення компостоприготувальних машин є заміна традиційних транспортерів більш ефективними транспортуючими пристроями, зокрема двошнековими системами.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Агротехнічні вимоги до машини, що модернізується

Компостоприготувальна машина повинна забезпечувати отримання однорідної компостної маси, придатної для подальшого використання як органічного добрива. Якість виконання технологічного процесу визначається дотриманням агротехнічних вимог, які встановлюються залежно від призначення машини та особливостей вихідної сировини[2].

Основною вимогою є забезпечення рівномірного змішування компонентів компосту. У процесі роботи машини повинно досягатися якісне перемішування гною, торфу, соломи, рослинних решток та інших складових суміші. Нерівномірність розподілу компонентів призводить до погіршення якості готового продукту та зниження ефективності його використання.

Важливою вимогою є забезпечення безперервності технологічного процесу. Подача матеріалу до змішувальних органів повинна здійснюватися рівномірно без ривків, затримок і утворення заторів. Особливо це стосується транспортуючих пристроїв, від роботи яких залежить стабільність навантаження на робочі органи машини.

Машина повинна забезпечувати необхідну продуктивність відповідно до обсягів виробництва органічних добрив у господарстві. Для середніх і великих підприємств продуктивність компостоприготувальних машин зазвичай становить від 10 до 40 т/год залежно від складу та вологості матеріалу[2].

Суттєве значення має забезпечення допустимого ступеня подрібнення компонентів компостної суміші. Великі включення соломи, рослинних решток або грудок гною повинні бути зруйновані до розмірів, що забезпечують ефективне протікання процесів компостування.

Під час роботи машини не допускаються значні втрати матеріалу. Висипання компонентів через борти транспортера або розкидання їх робочими органами призводить до зниження продуктивності та погіршення санітарного стану виробничого майданчика.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з важливих вимог є надійність роботи машини в умовах підвищеної вологості та агресивного середовища. Органічні матеріали містять значну кількість води та хімічно активних речовин, які сприяють корозії металевих деталей. Тому конструкція повинна забезпечувати тривалий термін служби вузлів та агрегатів.

Важливими показниками є також енергоємність процесу, безпечність експлуатації, простота технічного обслуговування та ремонтпридатність обладнання. Виконання зазначених вимог забезпечує ефективне функціонування компостоприготувальної машини та отримання якісного органічного добрива[2].

2.2 Переваги та недоліки технологій приготування компостів

У сучасному сільськогосподарському виробництві компостування є одним із найефективніших способів переробки органічних відходів та отримання цінних органічних добрив. Технології приготування компостів базуються на біологічному розкладанні органічної речовини під дією мікроорганізмів у контрольованих умовах вологості, температури та аерації. Вибір конкретної технології залежить від обсягів виробництва, наявної сировини, технічного забезпечення господарства та вимог до якості готового продукту[2].

Компостування дозволяє перетворювати гній, послід, солом, рослинні рештки, торф, харчові та інші органічні відходи на стабільне органічне добриво, яке містить значну кількість поживних речовин і сприяє відновленню родючості ґрунтів. У процесі компостування відбувається мінералізація органічної речовини, знищується більшість патогенних мікроорганізмів, насіння бур'янів та личинки шкідників[2].

Найпростішою та найбільш поширеною є технологія польового компостування у буртах. Суть її полягає у формуванні довгих насипів органічної маси, в яких протягом певного часу проходять процеси

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біологічного розкладання. Для забезпечення нормального перебігу процесу бурти періодично перемішують і зволожують.

Головною перевагою буртової технології є простота реалізації. Для її впровадження не потрібно будувати складні виробничі комплекси або купувати дороге обладнання. Більшість операцій можуть виконуватися існуючими машинами загального призначення: навантажувачами, тракторами та причепами. Така технологія особливо приваблива для невеликих фермерських господарств, які не мають значних фінансових ресурсів[3].

Ще однією перевагою буртового компостування є низькі експлуатаційні витрати. Основні витрати пов'язані лише з формуванням буртів, їх періодичним перемішуванням та транспортуванням готового компосту. Відсутність складного обладнання знижує витрати на ремонт і технічне обслуговування[3].

Разом із тим буртова технологія має ряд суттєвих недоліків. Насамперед вона потребує значних площ для розміщення буртів. У великих господарствах, де утворюються значні обсяги органічних відходів, площі компостних майданчиків можуть досягати кількох гектарів.

Істотним недоліком є також тривалий термін дозрівання компосту. Залежно від складу сировини та погодних умов процес може тривати від кількох місяців до року. Це уповільнює оборот органічної маси та збільшує потребу у складських площах.

На якість компосту значною мірою впливають погодні умови. Надмірні опади можуть призводити до перезволоження буртів і вимивання поживних речовин, тоді як посушлива погода викликає пересихання верхніх шарів компостної маси та пригнічення діяльності мікроорганізмів.

Для усунення зазначених недоліків були розроблені механізовані технології компостування із застосуванням спеціалізованих компостоприготувальних машин. Такі машини забезпечують подрібнення

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів, їх змішування, дозування та аерацію, що значно прискорює процес отримання готового добрива.

Основною перевагою механізованих технологій є висока продуктивність. Використання спеціальних машин дозволяє за короткий час переробляти великі обсяги органічної сировини. При цьому досягається висока однорідність суміші, що позитивно впливає на якість кінцевого продукту[3].

Важливою перевагою є можливість контролю параметрів процесу. За допомогою технічних засобів можна підтримувати оптимальну вологість, забезпечувати рівномірний розподіл компонентів і покращувати доступ кисню до всієї маси компосту.

Механізовані технології дозволяють суттєво скоротити строки дозрівання компосту. Завдяки інтенсивному перемішуванню та аерації активізується діяльність мікроорганізмів, унаслідок чого процес біологічного розкладання проходить значно швидше.

До переваг належить і можливість використання різноманітних органічних матеріалів. Сучасні компостоприготувальні машини можуть працювати з гноєм великої рогатої худоби, свинячим гноєм, пташиним послідом, торфом, подрібненою соломою, листям, тирсою та іншими органічними відходами[3].

Разом із тим механізовані технології потребують значних капіталовкладень. Вартість спеціалізованих машин, приводів, транспортерів та допоміжного обладнання є досить високою, що може обмежувати їх використання у невеликих господарствах.

Ще одним недоліком є залежність від технічного стану обладнання. Вихід з ладу окремих вузлів може призвести до порушення всього технологічного процесу. Особливо це стосується транспортуючих систем, які працюють у складних умовах підвищеної вологості та абразивного зношування.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Останніми роками все більшого поширення набувають технології прискореного компостування в закритих реакторах або біотермічних установках. Такі системи дозволяють автоматично підтримувати температуру, вологість та інтенсивність аерації[4].

Перевагою реакторних технологій є висока швидкість отримання готового продукту. У деяких випадках тривалість компостування скорочується до кількох тижнів. Крім того, процес практично не залежить від погодних умов і може здійснюватися протягом усього року.

Закриті системи забезпечують кращий санітарно-гігієнічний контроль виробництва. Значно зменшуються неприємні запахи, знижується ризик забруднення навколишнього середовища та покращуються умови праці персоналу.

Водночас реакторні технології характеризуються дуже високою вартістю обладнання та значними витратами енергії. Для їх експлуатації потрібен кваліфікований персонал і складні системи автоматичного керування.

Незалежно від обраної технології важливе значення має правильний підбір компонентів компостної суміші. Для забезпечення ефективного перебігу біологічних процесів необхідно підтримувати оптимальне співвідношення вуглецю та азоту, яке зазвичай знаходиться в межах від 20:1 до 30:1. Порушення цього співвідношення призводить до зниження інтенсивності компостування та погіршення якості кінцевого продукту[3].

Важливим фактором є також забезпечення достатньої аерації компостної маси. Недостатній доступ кисню викликає розвиток анаеробних процесів, які супроводжуються утворенням неприємних запахів і зниженням якості добрива. Саме тому в сучасних технологіях велика увага приділяється системам перемішування та транспортування матеріалу.

Особливе значення має конструкція транспортуючих пристроїв, оскільки від рівномірності подачі та перемішування компонентів залежить

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективність роботи всієї компостоприготувальної машини. Ланцюгово-скребкові транспортери забезпечують переміщення значних обсягів матеріалу, однак часто характеризуються нерівномірною подачею та підвищеним зношуванням деталей. Натомість шнекові транспортери дозволяють одночасно здійснювати транспортування, дозування та часткове перемішування компонентів.

Аналіз існуючих технологій показує, що найбільш перспективним напрямом розвитку компостоприготувальних машин є підвищення рівня механізації та автоматизації процесів, удосконалення конструкцій змішувальних і транспортуючих пристроїв, а також зменшення енерговитрат під час роботи обладнання[4].

Таким чином, кожна технологія приготування компостів має свої переваги та недоліки. Для невеликих господарств доцільним є використання простих буртових технологій, тоді як великі аграрні підприємства потребують механізованих компостоприготувальних комплексів. Проведений аналіз свідчить, що підвищення ефективності роботи транспортуючих пристроїв є одним із найбільш перспективних напрямів удосконалення компостоприготувальних машин. Саме тому модернізація транспортера шляхом заміни ланцюгово-скребкової системи на двошнекову є актуальним технічним рішенням, яке здатне покращити якість приготування компостів, підвищити продуктивність обладнання та знизити експлуатаційні витрати.

2.3 Аналіз конструкцій існуючих компостоприготувальних машин і транспортерів

Для приготування компостів застосовують машини різних конструкцій. Залежно від способу виконання технологічного процесу вони можуть бути стаціонарними або пересувними. Найбільшого поширення набули машини безперервної дії, які забезпечують високу продуктивність і якісне перемішування компонентів[4].

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типова компостоприготувальна машина складається з приймального бункера, транспортуючого пристрою, змішувального механізму, приводу та розвантажувального обладнання. Основним завданням транспортера є рівномірне подавання сировини до робочої зони машини[4].

У багатьох конструкціях використовуються ланцюгово-скребкові транспортери. Вони складаються з двох тягових ланцюгів, скребків, привідних і натяжних зірочок та жолоба. Переміщення матеріалу здійснюється скребками, закріпленими на ланцюгах[4].

Перевагами ланцюгово-скребкових транспортерів є простота конструкції, можливість транспортування важких матеріалів та порівняно невисока вартість виготовлення. Вони можуть працювати з різними видами органічної сировини та не потребують складного регулювання.

Разом із тим практика експлуатації показує наявність суттєвих недоліків таких транспортерів. Передусім це інтенсивне зношування ланцюгів, скребків і зірочок. У процесі роботи відбувається розтягування ланцюгів, що потребує регулярного натягування та періодичної заміни окремих елементів.

Іншим недоліком є нерівномірність подачі матеріалу. Під час переміщення скребками компостна маса рухається окремими порціями, що призводить до пульсації потоку та нерівномірного навантаження на робочі органи машини.

Суттєвим недоліком є значна металоємність конструкції. Використання двох тягових ланцюгів, великої кількості скребків та допоміжних елементів збільшує масу транспортера і підвищує витрати енергії на його привід.

Крім того, органічна маса часто накопичується між скребками та днищем транспортера, що погіршує умови роботи та сприяє виникненню заторів. Особливо це проявляється під час роботи з вологими компонентами компосту.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Альтернативою ланцюгово-скребковим транспортерам є шнекові транспортуючі пристрої. У таких системах переміщення матеріалу здійснюється за допомогою гвинтових поверхонь, закріплених на обертовому валу[4].

Особливий інтерес становлять двошнекові транспортери. Їх конструкція передбачає використання двох паралельно розташованих шнеків, які можуть обертатися назустріч один одному або в одному напрямку залежно від технологічного призначення.

Двошнекова система забезпечує більш рівномірне переміщення матеріалу порівняно зі скребковими транспортерами. Компостна маса подається безперервним потоком, що позитивно впливає на стабільність роботи змішувального обладнання.

Важливою перевагою двошнекового транспортера є можливість одночасного транспортування та додаткового перемішування компонентів. Під час взаємодії потоків матеріалу між шнеками відбувається часткове руйнування грудок і покращується однорідність суміші.

Шнекові транспортуючі системи мають меншу кількість рухомих деталей, ніж ланцюгово-скребкові. Завдяки цьому знижується інтенсивність зношування вузлів, спрощується технічне обслуговування та підвищується надійність роботи машини.

Порівняння експлуатаційних показників свідчить, що двошнекові транспортери характеризуються більш плавною роботою, нижчим рівнем шуму, кращою герметичністю транспортування та меншою ймовірністю втрат матеріалу.

Таким чином, результати аналізу показують, що заміна ланцюгово-скребкового транспортера на двошнековий є технічно доцільною та дозволяє підвищити ефективність роботи компостоприготувальної машини.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Пропозиції по вдосконаленню конструкції транспортера

На підставі проведеного аналізу пропонується модернізація компостоприготувальної машини шляхом заміни існуючого ланцюгово-скребкового транспортера на двошнековий транспортуючий пристрій.

Конструкція модернізованого транспортера передбачає встановлення двох паралельних шнеків у металевому кожусі. Шнеки приводяться в рух від спільного приводу через редуктор та систему передач, що забезпечує синхронність їх обертання.

Запропонована конструкція дозволяє рівномірно подавати компостну масу до робочої зони машини, усуваючи пульсації потоку, характерні для скребкових транспортерів. Завдяки безперервному переміщенню матеріалу покращується якість роботи змішувального механізму та підвищується продуктивність машини.

Використання двох шнеків забезпечує додаткове перемішування компонентів у процесі транспортування. Це дозволяє підвищити однорідність компостної суміші ще до її надходження в основну змішувальну камеру.

Очікується також зниження металоємності конструкції та зменшення кількості деталей, що підлягають зношуванню. Відсутність ланцюгів, скребків і зірочок сприятиме підвищенню довговічності транспортера та скороченню витрат на його обслуговування.

Додатковою перевагою є можливість герметизації робочої зони транспортера. Це дозволяє зменшити втрати матеріалу та покращити санітарно-гігієнічні умови роботи обслуговуючого персоналу.

Отже, запропонована модернізація транспортера є технічно обґрунтованою та спрямована на підвищення продуктивності, надійності й економічності компостоприготувальної машини. Реалізація цього технічного рішення дозволить покращити якість приготування компостів і знизити експлуатаційні витрати під час виробництва органічних добрив.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Будова та процес роботи компостоприготувальної машини

У результаті аналізу існуючих конструкцій компостоприготувальних машин було встановлено, що одним із напрямів підвищення їх ефективності є удосконалення транспортуючого пристрою. У базовій конструкції машини використовується ланцюгово-скребковий транспортер, який характеризується підвищеним зношуванням робочих органів, нерівномірністю подачі матеріалу та значними витратами на технічне обслуговування.

З метою усунення зазначених недоліків у кваліфікаційній роботі запропоновано модернізацію компостоприготувальної машини шляхом встановлення двошнекового транспортера. Така конструкція забезпечує рівномірне переміщення компостної маси, покращує змішування компонентів та підвищує продуктивність машини.

Компостоприготувальна машина (рис. 3.1) призначена для приготування компостів, аерації компостоприготувальних сумішей, та складування їх в бурти. Машина агрегатується із тракторами МТЗ- 80/82. Складається із рами 11, встановленої на чотири самонапрямних пневматичні колеса 7. З правої сторони (по ходу трактора) шарнірно приєднана рухома рамка 12, яка з однієї сторони через гідроциліндр приєднана до основної рами, а з другої сторони до неї шарнірно приєднаний спарений конічний редуктор. До фланців вторинних валів спарених конічних редукторів та верхньою балкою шнеки утворюють блок шнеків 1[5].

Верхня балка через регульований пристрій нахилу блоку шнеків 13 приєднана до основної рами. Із протилежної сторони від шнеків для їх врівноваження встановлено вантаж 5. При робочому проході агрегату гідроциліндрами шнеки встановлюються на потрібну глибину ходу[5].

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

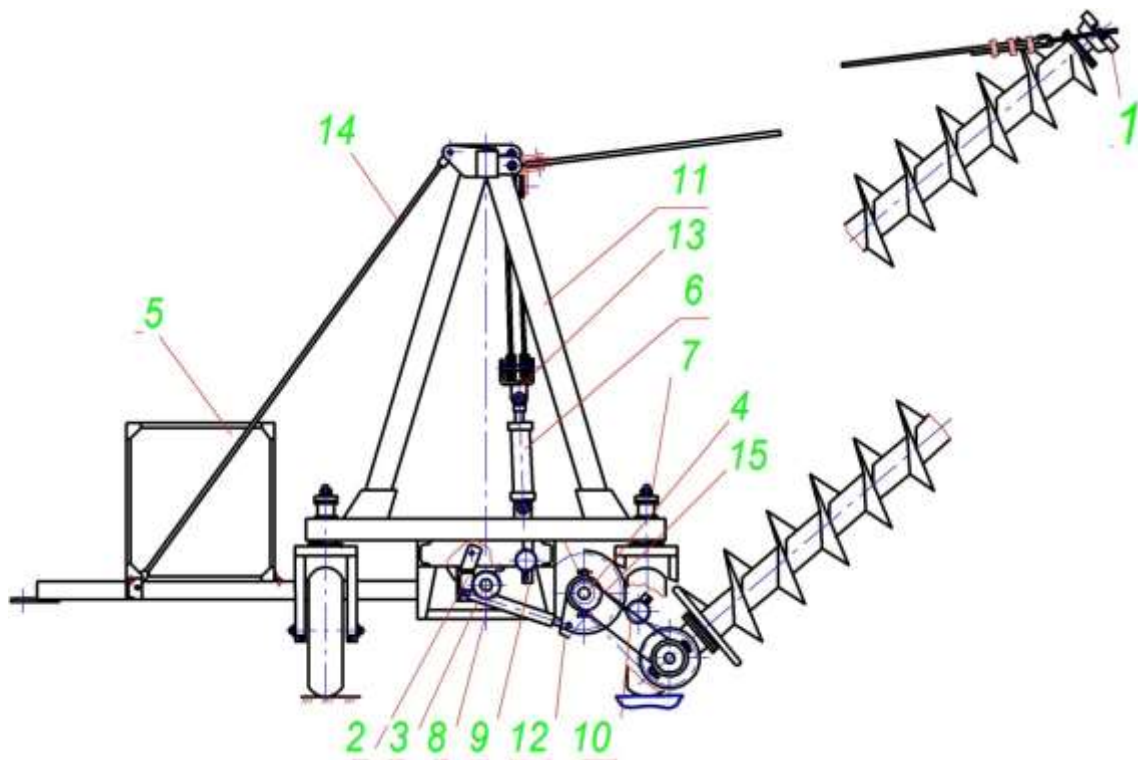


Рис. 3.1 Компостоприготувальна машина.

Шарнірне, у вертикальній площині, приєднання машини до трактора через проміжну рамку у взаємодії із самонапрямними опорними колесами дозволяє виконувати технологічний процес, як при русі вперед так і назад[5].

При виконанні транспортних переїздів на великі відстані в місцях з обмеженням габаритних розмірів, машина перечіплюється на трактор за схемою, при якій трактор під'єднується зі сторони противаги, а шнеки встановлюються вздовж по ходу трактора[5].

Під час роботи органічна маса завантажується до приймального бункера. При обертанні шнеків матеріал захоплюється витками та переміщується вздовж транспортера до змішувальної камери. Одночасно відбувається часткове руйнування грудок та перемішування окремих компонентів компостної суміші.

Завдяки безперервному транспортуванню забезпечується рівномірне завантаження змішувального механізму, що позитивно впливає на якість

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приготування компосту. Готова суміш подається до місця вивантаження або подальшої переробки.

Порівняно з ланцюгово-скребковим транспортером запропонована конструкція має меншу кількість рухомих деталей, характеризується підвищеною надійністю та нижчими експлуатаційними витратами.

3.2 Технологічний розрахунок

Бурти для біологічної обробки сумішей формують на рівному вологонепроникному майданчику із допустимим нахилом 1...2. Бурти повинні бути витягнуті у напрямку пануючих вітрів [2].

Розміри бортів при компостуванні залежать від інтенсивності насичення всього об'єму бурта повітрям. Виходячи з цього, висота бурта повинна бути 1,5..2 м. Бурти такої висоти вкладають, як правило, бульдозерами. З метою економії площі доцільно збільшувати висоту бортів до 3...3,5 м.

Приймаємо $h = 3$ м, де h – висота бурта.

Ширина бурта визначається кутом природного укосу суміші компостованих матеріалів, який коливається від 40 до 50°. Прийmemo $\varphi = 45^\circ$, тут φ – кут природного укосу. Раціональний кут нахилу шнеків до горизонту попередньо прийmemo $\delta = 30^\circ$.

Решту параметрів перерізу бурта визначимо із рис. 3.2.

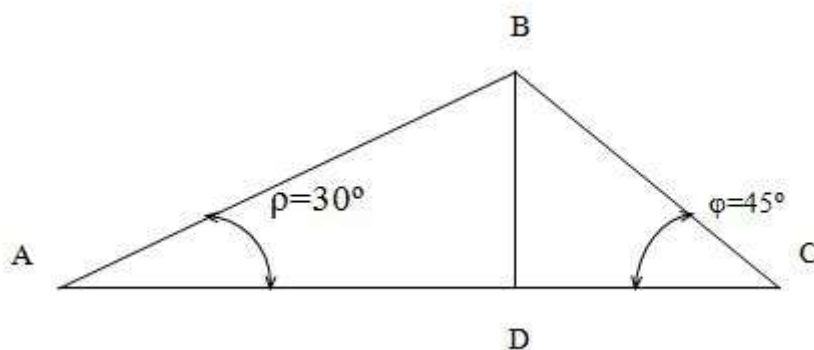


Рис. 3.2 Поперечний переріз бурта.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$AD = \frac{AD}{\operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{h}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 5,2 \text{ м} \quad (3.1)$$

$$DC = \frac{h}{\operatorname{tg} 45^\circ} = 3,0 \text{ м.} \quad (3.2)$$

Ширина бурта

$$AC = AD + DC = 3,0 + 5,2 = 8,2 \text{ м.} \quad (3.3)$$

Довжина шнеків

$$AB = \sqrt{AD^2 + DB^2} = \sqrt{8,2^2 + 3^2} = 6,0 \text{ м.} \quad (3.4)$$

Оптимальне заглиблення витків шнека в компостну суміш при аерації, якому відповідає якісне рихлення суміші складає 150 мм. Виходячи із цього висота витка шнека має бути в межах 180...200 мм. Приймаємо висоту витка шнека

$$H_B = 200 \text{ мм.}$$

Діаметр шнека по витках D та діаметр трубчастого вала знайдемо з формул (3.5) та (3.6) [5]:

$$d_B = 0,33D, \quad (3.5)$$

$$D = d_B + 2H_B, \quad (3.6)$$

де d_B – діаметр трубчастого вала;

D – діаметр шнека, $D = 596 \text{ мм.}$

Приймаємо $D = 600 \text{ мм.}$ Тоді $d_B = 198 \text{ мм.}$ Прийmemo $d_B = 200 \text{ мм}$

При проході машини знімається, зміщується і перекидається шар матеріалу, площу поперечного перерізу якого визначимо за формулою:

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S=l \cdot t,$$

де l – довжина шнека, $l = 6$ м;

t – глибина шару, що знімається, $t = 0,15$ м.

$$S=0,15 \cdot 6=0,9 \text{ м}^2$$

Продуктивність агрегату ($\text{м}^3/\text{год.}$) визначимо за формулою[5]:

$$W=V \cdot S, \quad (3.7)$$

де V – швидкість руху агрегату, $V=0,93$ м/с [5, 6];

$S= 0,9 \text{ м}^2$ – площа поперечного перерізу шару.

З урахуванням буксування

$$W=840 \cdot 0,9=756 \text{ м}^3/\text{год.}$$

При об'ємній масі компосту $\rho = 0,7 \text{ т/м}^3$ масова продуктивність машини буде становити

$$W_n=W \cdot \rho=529 \text{ т/год.} \quad (3.9)$$

При роботі машини рух компосту відбувається не по кожуху шнеків, а по матеріалу, а тому шнеки працюють в докритичному режимі, тобто при такій частоті обертання при, якій матеріал не викидається за їх межі.

Граничну частоту обертання шнеків визначаємо за емпіричною формулою [5].

$$n=0,25 \sqrt{\sin 45 + \operatorname{tg} 45 \cos 45} \cdot 0,3^{-1} = 0,99 \text{ об/с.} \quad (3.10)$$

Приймаємо $n=1,0$ об/с або 60 об/хв.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо оптимальний кут підйому гвинтових ліній, при якому забезпечується максимальна осьова швидкість та продуктивність гвинтового конвеєру за формулою[6]:

$$\alpha = 0.5 \arctg \frac{\omega_0^2 r f_2}{g \cdot \cos \gamma} - 0.5 \varphi_1, \quad (3.11)$$

де r – радіус шнека, $r = 0,3$ м;

φ_1 – кут тертя матеріалу по лопаті гвинта, $\varphi_1 = 45^\circ$;

γ – кут нахилу осі шнеків до вертикалі, $\gamma = 60^\circ$;

f_2 – коефіцієнт тертя матеріалу по шнеку, $f_2 = 1,0$.

По розрахунках за формулою (3.11) $\alpha = 11^\circ 15'$.

Крок витка шнека визначимо за формулою:

$$S = \pi \cdot D \cdot \tg \alpha, \quad (3.12)$$

де α – кут підйому гвинтової лінії.

$$S = 3,14 \cdot 600 \cdot \tg 11^\circ 15' = 0,36 \text{ м.}$$

Граничний кут нахилу шнеків до горизонталі визначимо за формулою[6]

$$\delta_{zp} = 0,75 \left(90^\circ - (\alpha + \varphi_1) + \arcsin \left[\frac{\omega_0 r}{g} f_2 \cos(\varphi_1 + \alpha) \right] \right) \quad (3.13)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\delta_{zp} = 0,75 \left(90^\circ - (11,15^\circ + 45^\circ) + \arcsin \left[\frac{6,28 \cdot 0,3}{9,8} \cdot 1 \cdot \cos(45 + 11,15^\circ) \right] \right) = 32,2^\circ.$$

Отже попередньо $\delta = 30^\circ$ ми прийняли вірно.

					ЗКС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Кінематичний та силовий розрахунок приводу робочих органів

Вихідними даними для розрахунку є потужності та кутові швидкості на валах шнеків:

$$P_{\epsilon 1} = P_{\epsilon 2} = 9,285 \text{ кВт}$$

$$\omega_{\epsilon 1} = \omega_{\epsilon 2} = 6,28 \text{ с}^{-1}$$

Визначимо потрібну потужність на ВВП[5]

$$P_{\text{ВВП}} = P_{\text{ВВП1}} + P_{\text{ВВП2}} = \frac{P_{\epsilon 1}}{\eta_{\text{заг1}}} + \frac{P_{\epsilon 2}}{\eta_{\text{заг2}}} \quad (3.14)$$

де $\eta_{\text{заг}}$ – загальні коефіцієнти корисної дії

$$\eta_{\text{заг1}} = \eta_{\text{заг2}} = \eta_{\text{лн}} \cdot \eta_{\text{лн}} \cdot \eta_{\text{кп}} \cdot \eta_{\text{м}} \quad (3.15)$$

де $\eta_{\text{лн}}$ – ККД ланцюгової передачі, $\eta_{\text{лн}} = 0,93$;

$\eta_{\text{кп}}$ – ККД конічної передачі, $\eta_{\text{кп}} = 0,955$;

$\eta_{\text{м}}$ – ККД шарнірної муфти, $\eta_{\text{м}} = 0,985$.

$$\eta_{\text{зм}} = 0,985 \cdot 0,93 \cdot 0,93 \cdot 0,95 = 0,81.$$

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{9,285}{0,81} + \frac{9,285}{0,81} = 22,93 \text{ кВт}.$$

Приймаємо $P_{\text{ВВП}} = 23 \text{ кВт}$.

Визначимо загальне передаточне відношення число приводу

$$U_{\text{заг}} = \frac{\omega_{\text{ВВП}}}{\omega_{\text{шн}}} \quad (3.16)$$

де $\omega_{\text{ВВП}}$ – кутова швидкість вала відбору потужності, $\omega_{\text{ВВП}} = 56,52 \text{ с}^{-1}$

					ЗКС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\omega_{\text{шн}} = \omega_{\text{в1}} = 6,28 \text{ с}^{-1}$ – кутова швидкість вала шнека

$$U_{\text{заг}} = \frac{56,52}{6,28} = 9$$

З метою отримання рівних кутових швидкостей шнеків приймемо:

$$U_{\text{кп}} = U_4 = U_6 = 1,36 \text{ та}$$

$$U_{\text{л}} = U_3 = U_5 = 2,4$$

Тоді,

$$U_2 = \frac{U_{\text{заг}}}{U_3 \cdot U_4} = \frac{9}{1,36 \cdot 2,4} = 2,76$$

Визначимо вихідні дані для розрахунку передач і деталей приводу.

Потужність та кутова швидкість на першому валу, яка використовується для приводу шнека з лівою навивкою.

$$P_1 = P_{\text{ввп1}} \cdot \eta_1 = 11,465 \cdot 0,985 = 11,29 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

$$\omega_1 = \frac{\pi n_{\text{ввп}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 540}{30} = 56,52 \text{ с}^{-1}$$

Потужність та кутова швидкість на другому валу, яка використовується для приводу шнека з правою навивкою

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{л}} = 10,5 \text{ кВт}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_2} = \frac{56,52}{2,76} = 20,5 \text{ с}^{-1}$$

					ЗКС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність та кутова швидкість на третьому валу:

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_m = 10,5 \cdot 0,93 = 9,765 \text{ кВт}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U_3} = \frac{20,5}{2,4} = 8,54 \text{ с}^{-1}$$

Потужність та кутова швидкість на четвертому валу:

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{kn} = 9,765 \cdot 0,955 = 9,285 \text{ кВт}$$

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{U_{kn}} = \frac{8,54}{1,36} = 6,28 \text{ с}^{-1}$$

Потужність та кутова швидкість на першому валу яка використовується на привод шнека із правою навивкою

$$P_1 = P_4 = 11,29 \text{ кВт}$$

$$\omega_1 = 56,52 \text{ с}^{-1}$$

Потужність та кутова швидкість на другому валу для приводу шнека з правою навивкою

$$P_2 = P_1 = 10,5 \text{ кВт}$$

$$\omega_2 = 20,5 \text{ с}^{-1}$$

Потужність та кутова швидкість на п'ятому валу

$$P_5 = P_4 = 9,765 \text{ кВт}$$

$$\omega_5 = \omega_3 = 8,54 \text{ с}^{-1}$$

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність, кутова швидкість на шостому валу:

$$P_6 = P_4 = 9,285 \text{ кВт}$$

$$\omega_6 = \omega_4 = 6,28 \text{ с}^{-1}$$

Крутні моменти на валах привода визначаються за формулою[5]:

$$T = 10^3 \frac{P}{\omega} \quad (3.18)$$

де P – потужність, кВт

ω – кутова швидкість, с^{-1}

$$T_1 = T_{11} + T_{22} = \left(\frac{P_{11}}{\omega_1} + \frac{P_{12}}{\omega_2} \right) \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{11,29}{56,52} = 399,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = T_{21} = T_{22} = \left(\frac{P_{21}}{\omega_2} + \frac{P_{22}}{\omega_2} \right) \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{10,5}{20,5} = 1024,39 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = 10^3 \frac{P_3}{\omega_3} = 10^3 \frac{9,765}{8,54} = 1143 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_4 = 10^3 \frac{P_4}{\omega_4} = 10^3 \frac{9,285}{6,28} = 1480 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_5 = T_3 = 1143 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_6 = T_4 = 1480 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Енергетичний розрахунок

Визначимо потужність, необхідну для роботи машини на повну продуктивність.

При роботі на повну продуктивність секундну роботу на підйом матеріалу визначаємо за формулою [5]:

$$A_1 = \frac{\gamma_0}{3600} \cdot Q \cdot L \cdot \sin \delta, \quad (3.19)$$

де γ_0 – густина компостної маси, $\gamma_0 = 700 \text{ кг/м}^3$;

Q – продуктивність, $Q = 500 \text{ м}^3/\text{год}$;

L – довжина шнека, $L = 6 \text{ м}$.

Підставивши дані, будемо мати

$$A_1 = \frac{700}{3600} \cdot 500 \cdot 6 \cdot 0.5 = 290 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Секундна робота на подолання опору тертя матеріалу об лопать гвинта визначається за формулою [5]:

$$A_1 = \frac{\gamma_0}{12gf_1} \cdot \frac{R_k \cdot H \cdot S (\omega_0 - \omega_k \sqrt{\sin \delta}) \omega_k^2 \sin \varphi_1 [3R_k^2 - 5R_k^3 2b + 2b^2 (R_k + R_b)]}{(R_k - r_b) \sin \alpha_k \cdot \sin (\alpha_k + \varphi_1)} \quad (3.20)$$

де R_k – радіус шнека, $R_k = 0,3 \text{ м}$;

H – висота підйому $H = 3 \text{ м}$;

S – крок гвинта, $S = 0,36 \text{ м}$;

ω_0 – кутова швидкість вала шнека, $\omega_0 = 6,28 \text{ с}^{-1}$;

ω_k – критичні кутова швидкість матеріалу, $\omega_k = 4,44 \text{ с}^{-1}$;

r_b – радіус вала. $r_b = 0,1 \text{ м}$;

α_k – кут підйому гвинта. $\alpha_k = 11^\circ 15'$.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проведенні розрахунків за формулою (3.15) отримали значення $A_2 = 450 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Секундна робота на подолання опору тертя матеріалів об жолоб при роботі на повну продуктивність визначається за формулою[5]

$$A_3 = \frac{2\pi\gamma_0 L}{g} f_2 \cdot \omega_k^2 \cdot R_k^2 \frac{[2R_k^2 - 2b(R_k + 2b)]Hn\delta}{6} \times \\ \times \sqrt{\omega_k^2 \sin \delta + (\omega_0 - \omega_k \sqrt{\sin \delta})^2 \operatorname{tg}^2 \alpha_k}.$$

При проведених розрахунках $A_3 = 178 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Секундна робота, що витрачається на перемішування матеріалу, визначається за формулою:

$$A_4 = k_{\text{пер}} (A_2 + A_3), \quad (3.21)$$

де $k_{\text{пер}} = 1,5$ – поправочний коефіцієнт.

$$A_4 = 1,5(450 + 178) = 942 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Таким чином, секундна робота на транспортування матеріалу буде становити

$$A = \sum_{i=1}^4 = 290 + 450 + 178 + 1,5(450 + 178) = 1860 \text{ кг} \cdot \text{м/с} \quad (3.22)$$

Потужність на валах шнеків без врахування потужності на викидання матеріалу складає

$$N' = \frac{A}{102} = \frac{1860}{102} = 18.23 \text{ кВт}. \quad (3.23)$$

					ЗКС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При викиданні матеріалу із шнека зі швидкістю рівною його коловій швидкості, додаткова потужність визначається за формулою[6]

$$N_{\partial} = \frac{\gamma_0 \cdot Q \cdot \omega_0^2 \cdot R_k^2}{3600 \cdot 10^3} \quad (3.24)$$

$$N_{\partial} = \frac{700 \cdot 500 \cdot 6.28^2 \cdot 0.3^2}{3600 \cdot 10^3} = 0.34 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність на привод шнеків

$$N = N' + N_{\partial}.$$

Підставивши дані, отримаємо

$$N = 18.23 + 0.34 = 18.75 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність необхідна для роботи компостоприготувального агрегату [6]

$$N_{\Sigma} = N_T + N_{Tp} + N_M + N_{ск} + N_{ВВП} + N_{відв} + N_{опин} \quad (3.25)$$

де N_T – потужність на переміщення трактора, кВт;

N_{Tp} – втрати потужності в трансмісії трактора, кВт;

N_M – потужність на переміщення машини, кВт;

$N_{ск}$ – потужність на подолання схилів, кВт;

$N_{ВВП}$ – потужність на ВВП, кВт;

$N_{відв}$ – потужність, яка витрачається на роботу відвалу, кВт

$N_{опин}$ – потужність на подолання опору шнеків, кВт;

Потужність на переміщення трактора:

$$N_T = G_T \cdot g \cdot f_0 \cdot V_M, \quad (3.26)$$

де G_T – маса трактора, $G_T = 3200$ кг;

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

f_0 – коефіцієнт перекочування, $f_0=0,15$;

V_m – швидкість машини; $V_m = 0,155$ м/с.

$$N_T = 3200 \cdot 9,8 \cdot 0,15 \cdot 0,155 = 0,73 \text{ кВт}$$

Втрати потужності в трансмісії трактора

$$N_{Tp} = (1 - 0,8) \cdot 58,84 = 11,77 \text{ кВт.} \quad (3.27)$$

Потужність на переміщення машини:

$$N_M = G_M \cdot g \cdot f_0 \cdot V_M \quad (3.28)$$

де G_M – маса машини з противагою, $G_M = 6000$ кг.

$$N_M = 6000 \cdot 9,8 \cdot 0,15 \cdot 0,155 = 1,37 \text{ кВт.}$$

Потужність на роботу відвалу:

$$N_{\text{відс}} = S \cdot k \cdot V_M, \quad (3.29)$$

де S – площа поперечного перерізу шару компостної маси, $S = 0,08 \text{ м}^2$;

k – питомий опір компостної маси, $k = 0,3$ МПа.

$$N_{\text{відс}} = 0,08 \cdot 300 \cdot 0,155 = 3,72 \text{ кВт.}$$

Потужність необхідна для подолання схилів[5]

$$N_{cx} = (G_m + G_{mp}) \cdot g \cdot f_0 \cdot V_M \quad (3.30)$$

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши дані, отримаємо

$$N_{cx} = (6000 + 3200) \cdot 9,8 \cdot 0,15 \cdot 0,155 = 0,1 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання опору шнеками визначимо за формулою[5]:

$$N_{опин} = S \cdot k \cdot V_M \quad (3.31)$$

де S – площа поперечного перерізу шару компостної маси, що перебивається, $S = 0,9 \text{ м}^2$

$$N_{опин} = 0,9 \cdot 60 \cdot 0,155 = 8,37 \text{ кВт.}$$

Таким чином, сумарна потужність, яка витрачається на роботу машини, буде становити

$$N_{\Sigma} = 0,73 + 1,77 + 1,37 + 3,72 + 0,1 + 8,37 + 23,3 = 49,3 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна трактора визначимо за формулою:

$$\eta = \frac{N_{\Sigma}}{N_E}, \quad (3.32)$$

де N_E – потужність двигуна трактора, $N_E = 58,8 \text{ кВт}$ для МТЗ- 82.

$$\eta = \frac{49.36}{58.84} = 0.84$$

$\eta = 0.84$ – що відповідає економічній роботі трактора.

Отримане значення свідчить про низьку енергоємність процесу при використанні двошнекового транспортера.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок деталей на міцність

3.5.1 Розрахунок трубчастого вала шнека

Проведемо розрахунок на міцність для трубчастого вала шнека компостоприготувальної машини.

Вихідними даними для розрахунку є зовнішній діаметр трубчастого вала $d=203$ мм, матеріалом труби приймаємо сталь Ст. 5, для неї приймаємо $[\tau]=20$ МПа, $[\sigma]=50$ МПа [8]. Крутний момент, що скручує вал шнека $T=1480$ Н·м.

Під час роботи шнеків частина шнекового простору постійно заповнена компостною сумішшю. Об'єм суміші наближено визначимо за формулою[5]:

$$V = \frac{\pi}{12} (D^2 - d^2) \cdot L \quad (3.33)$$

де $D=0,6$ м – діаметр шнека по витках;

$d=0,203$ м – діаметр труби;

$L=6$ м – довжина шнека.

$$V = \frac{3,14}{12} (0,6^2 - 0,203^2) \cdot 6 = 0,5 \text{ м}^3$$

Маса цього матеріалу

$$m = \rho \cdot V = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ т} = 350 \text{ кг}$$

Навантаження з боку компостної маси на шнек є рівномірно розподіленим. Для спрощення розрахунку рівномірно розподілене навантаження замінимо зосередженою силою, яка визначається за формулою

$$P = \frac{mg}{2} = \frac{350 \cdot 9,8}{2} = 1715 \text{ Н} . \quad (3.34)$$

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будемо вважати, що визначена сила прикладена на відстані, що дорівнює $L/2$ від опори.

Максимальний згинальний момент від зосередженого навантаження визначається за формулою[8]:

$$M_{\text{зг}} = \frac{P \cdot L}{4} \quad (3.35)$$

де L — довжина шнека, $L= 6$ м.

$$M_{\text{зг}} = \frac{1715 \cdot 6}{4} = 2572 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Еквівалентний згинаючий момент, що діє на вал шнека визначимо за формулою [8]:

$$M_E = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + 0,75T^2}, \quad (3.36)$$

де $M_{\text{зг}}$ — згинаючий момент;

T — крутний момент, $T=1480$ Н·м.

$$M_E = \sqrt{2572^2 + 0,75 \cdot 1480^2} = 2874 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Будемо вважати, що $\sigma_E = [\tau] = 20$ МПа. Момент опору перерізу вала визначимо за формулою [8]:

$$W = \frac{M_E}{\sigma_E} = \frac{2874}{20} = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \quad (3.37)$$

Внутрішній діаметр труби вала визначимо за формулою [8]:

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt[4]{d^4 - \frac{32W \cdot d}{\pi}}, \quad (3.38)$$

де $d = 0,203$ м – зовнішній діаметр труби,

При проведених розрахунках отримаємо значення $d = 0,193$ м

Товщину стінки труби визначимо за формулою

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{d - d_{\text{вн}}}{2} = \frac{0,203 - 0,193}{2} = 0,005 \text{ м}. \quad (3.39)$$

Приймаємо $\delta_{\text{ст}} = 5$ мм

Остаточно приймаємо за таблицею стандартних сортаментів для вала шнека

$$\text{Труба} \frac{200 \times 5 \times 1250_{\text{кр}} \text{ГОСТ 8732} - 70}{\text{БСт5спГОСТ 8731} - 74}.$$

3.5.2 Розрахунок ланцюгової передачі

Передавана потужність:

$$N = 17,14 \text{ кВт}$$

Частота обертання ведучої зірочки:

$$n_1 = 1000 \text{ об/хв}$$

Крутний момент[8]:

$$M_1 = 9550 \cdot N / n_1$$

$$M_1 = 9550 \cdot 17,14 / 1000 = 163,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Окружне зусилля[8]:

$$F = 2 \cdot M / d$$

Приймаємо діаметр зірочки $d = 0,2$ м:

$$F = 2 \cdot 163,7 / 0,2 = 1637 \text{ Н}$$

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо ланцюг ПР-25,4, який витримує навантаження до 20 кН, що забезпечує необхідний запас міцності.

3.5.3 Розрахунок підшипника

Радіальне навантаження на вал:

$$F_p \approx 1637 \text{ Н}$$

Приймаємо підшипник 308 (радіальний роликовий)

Динамічна вантажопідйомність:

$$C = 55 \text{ кН}$$

Еквівалентне навантаження:

$$P = 1,2 \cdot F_p = 1964 \text{ Н}$$

Ресурс:

$$L_{10} = (C / P)^3 \cdot 10^6 \text{ обертів}$$

$$L_{10} = (55000 / 1964)^3 \cdot 10^6$$

$$L_{10} \approx (28)^3 \cdot 10^6 = 21952 \cdot 10^6 \text{ об}$$

Підшипник має значний запас довговічності та придатний до експлуатації.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи проведено аналіз існуючих технологій приготування компостів, а також конструкцій компостоприготувальних машин. Встановлено, що найбільш поширеними є ланцюгово-скребкові транспоруючі пристрої, які, незважаючи на простоту конструкції, мають суттєві недоліки: нерівномірність подачі матеріалу, підвищене зношування елементів, значні енергетичні витрати та складність технічного обслуговування.

На основі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність застосування двошнекового транспортера як більш ефективного рішення. Така конструкція забезпечує безперервну подачу компостної маси, покращене перемішування компонентів та стабільність технологічного процесу.

У конструкторській частині виконано розрахунок основних параметрів двошнекового транспортера. Він підтвердив працездатність запропонованої конструкції та її відповідність технологічним вимогам.

Проведено кінематичний та силовий розрахунки. Енергетичні розрахунки засвідчили достатньо низьку питому енергоємність процесу, що свідчить про економічну доцільність запропонованого технічного рішення.

Розрахунок елементів конструкції на міцність підтвердив надійність трубчастого вала, ланцюгової передачі та підшипникових опор із достатнім запасом міцності, що забезпечує довговічну та безпечну експлуатацію машини.

Таким чином, у результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено технічно обґрунтовану модернізацію компостоприготувальної машини, впровадження якої дозволяє підвищити продуктивність, зменшити енерговитрати та покращити якість приготування компостів.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Аналіз і обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження / С. І. Павленко, О. О. Ляшенко, Д. М. Лисенко, В. І. Харитонов. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Технічні науки.* 2011. Вип. 9. С. 94–104. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpvnutn_2011_9_15

2 Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Київ : Ніжин, 2012. 329с.

3 Аналіз і обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження / Павленко С.І., Ляшенко О.О., Лисенко Д.М., Харитонов В.І. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Технічні науки.* 2011. №9. С.94–104.

4 Лінник М. К., Рубан Б. О. Шляхи вдосконалення технологій та технічних засобів переробки органічних відходів тваринництва та птахівництва в органічні добрива. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2011. Вип. 11 (5). С. 10–16.

5 Ревенко, І. І. Механізація тваринництва : [Підруч. для аграр. вищ. навч. закл.] / І.І.Ревенко, В.М.Щербак. Київ : Вища освіта, 2004. 319 с.

6 Машина і обладнання для тваринництва : Електронний підручник / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. Київ : ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019.

7 Рудь Ю.С. Основи конструювання машин : підручник. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

8 Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлище. 2-ге вид., перероб. Львів : Афіша, 2003. 560 с.

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ЗКШ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		