

Техніко-економічний розрахунок ефективності створення та експлуатації
комплексу для перероблення рослинних відходів у м. Києві

ЗМІСТ

1. Загальні положення

2. Виробництво компосту

2.1. Обґрунтування необхідності ділянки компостування

2.2. Вибір технологій та підбір обладнання

2.3. Співставний розрахунок ефективності виробництва компосту за
варіантами комплексів обладнання

2.4. Пропозиції щодо реалізації проекту зі створення ділянки компостування

3. Виробництво паливних матеріалів

3.1. Обґрунтування необхідності виготовлення паливних матеріалів із відходів деревини

3.2. Вибір технологій та підбір обладнання для виготовлення паливної тріски

3.3. Вибір технологій та підбір обладнання для виготовлення паливних брикетів

3.4. Пропозиції щодо реалізації проекту зі створення ділянок виготовлення паливної
тріски та паливних брикетів

4. Економічна ефективність виготовлення компосту та паливних матеріалів

Література

Додаток 1 Розрахунок ефективності виробництва компосту за варіантами обладнання

Додаток 2 Розрахунок економічної ефективності виготовлення компосту та паливних
матеріалів

1. Загальні положення

Техніко-економічний розрахунок ефективності створення та експлуатації комплексу для перероблення рослинних відходів у м. Києві розробляється в рамках розроблення проекту "Схема санітарного очищення м. Києва".

Підставою для виконання проектних робіт є дог. № 36-20-11 від 25 липня 2011 р. між Головним управлінням комунального господарства виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) та Державним підприємством "Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства" (ДП НДКТИ МГ) "Розробка схеми санітарної очистки міста Києва", укладений у відповідності з рішенням про акцепт конкурсних торгів від 04.07.2011 р.

У відповідності з етапом 4 календарного плану дог. № 36-20-11 «Розроблення економічної частини проекту» розробляються: Том 3 книга 1 «Схема санітарного очищення м. Києва. Пояснювальна записка. Економічна частина. Поводження з відходами», який включає поведження з відходами зеленого господарства або садовими відходами (СВ).

2.1. Обґрунтування необхідності ділянки компостування

Вихідні положення

Обґрунтування проекту ділянки виготовлення компосту з відходів зеленого господарства або садових відходів (СВ) та осадів стічних вод (ОСВ) виконане на основі вихідних даних щодо обсягів утворення та складу рослинних (садових) відходів (скошена трава, опале листя та гілки дерев, тощо), а також осадів стічних вод міської каналізації, які утворюються в м. Києві (Том 1, Том 2).

Основна мета проекту

Основною метою розроблення проекту ділянки компостування є зниження обсягів відходів, що захоронюються на полігонах та звалищах, і повернення в природний кругообіг органічної речовини, як цінного компоненту відходів – органічної маси для відновлення і збереження балансу родючості ґрунтів у зеленому господарстві м. Києва.

Очікувані результати розробки

В результаті розроблення проекту будуть обґрунтовані раціональні технології та комплекси обладнання утилізації міських органічних відходів (СВ і ОСВ).

Стан проблеми

У відповідності з розробленою "Програмою утилізації рослинних відходів у м. Києві на 2007...2010 роки" (затвердженою рішенням сесії міської ради №732/1393 від 24.05.2007), міські рослинні відходи мають перероблятися: опале листя і трава - на компост, а деревина – на паливні матеріали (пелети та гранули).

Однак і нині у м. Києві відходи зеленого господарства (садові відходи) вивозяться на полігони та звалища побутових відходів, розміщуються у спеціально відведених місцях на території міста та за його межами або спалюються. Таким чином ці відходи вилучаються з природного кругообігу поживних (для рослин) органічних речовин, збіднюючи родючість ґрунтів і тим самим погіршуючи стан зелених насаджень у м. Києві. Перероблення опалого листя та скошеної трави на компост з подальшим його використанням для збагачення гумусом та рекультивації земель паркових зон здійснюється лише епізодично. Крім того, утворення та накопичення значної кількості рослинних відходів без їх належного перероблення погіршує санітарний та естетичний стан міських територій, а також є джерелом екологічної небезпеки та соціального невдоволення населення.

Світовий досвід засвідчує, що органічні компоненти міських відходів можуть бути повернуті в кругообіг поживних органічних речовин шляхом виготовлення з них компосту (чи біогумусу) і використання його як органічного добрива.

У межах м. Києва вкриті лісом, луками, галявинами площі (з лісопарками) займають біля 360 тис. га. Загальна площа внутрішніх міських зелених насаджень (парків, скверів, газонів, квітників) становить більше 7 тис. га.

При догляді за міськими зеленими насадженнями: формуванні крони, підрізання, прорідженні, знятті сухих чи травмованих дерев та кущів, скошуванні газонних трав, збиранні листя утворюються відходи зеленого господарства. Оцінка їх складу показала, що вони утримують у собі такі органічні сполуки, як целюлозу, лігнін, геміцелюлозу, які розкладаються при загальноприйнятих методах біологічного розкладання (ферментації).

Щорічно в м. Києві утворюється більше 100 тис. м³ опалого листя, скошеної трави та інших рослинних решток які придатні для перероблення на компост.

Джерела розробки

Джерелами розробки є: науковий та практичний досвід ДП «НДКТИ МГ» (Україна, м. Київ), набутий при виконанні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт зі створення технологій і засобів механізації для приготування рослинних субстратів та ґрунтів; результати науково-виробничих досліджень Академії комунального господарства ім. Памфілова (Росія, м. Москва) з виробництва компостів із побутових відходів; науково-виробничий досвід Інституту механізації та електрифікації сільського господарства (ІМЕСГ) УААН (Україна, с. Глеваха, Київська обл.) з розробки технології одержання та застосування органо-мінеральних добрив на основі осадів стічних вод; технології виготовлення компосту з органічної складової побутових (муніципальних) відходів та комплекси машин фірм Altfater, Bachus (Німеччина), Morbark, Wild cat (США) [1, 2, 3, 4, 5].

2.2. Вибір технологій та підбір обладнання

Проект включає вибір технологій та підбір варіантів технологічних комплексів машин і обладнання для здійснення механізованих процесів компостування органічних компонентів міських відходів, підбір видів та співвідношення складових сировини для компосту, техніко-економічний аналіз варіантів технологічних процесів і комплексів та виявлення оптимальних проектних рішень і встановлення їх вихідних даних.

Можливість повторного використання відходів виробництва та споживання є важливою проблемою сучасної екології та економіки. В світовій практиці відомо більше 20 методів знешкодження міських органічних відходів. Найбільше розповсюдження отримали методи складування на полігонах (звалищах), спалювання, оброблення з метою отримання вторинної сировини, аеробне біотермічне компостування.

Аеробне біотермічне компостування – це найбільш екологічно безпечний природний процес, при якому за певних умов (температура, вологість, вміст кисню та ін.) сукупність різних мікроорганізмів за допомогою ферментів розкладає органічну масу, утворюючи гумусоподібні органічні речовини, діоксид вуглецю, воду, мінеральні солі, антибіотики та ін. Процес супроводжується виділенням теплової енергії, яка підсилює життєдіяльність мікроорганізмів і витрачається на випаровування води (підсушення компостної маси). При цьому утворюється гумус – високомолекулярна хімічна сполука складної структури (гумінові сполуки, фульвокислоти), відбувається розпад амінокислот, мінералізація та нітрифікація білкових речовин. Найбільш відомими є два методи реалізації технологічного процесу аеробного компостування: промислове - в спеціальному біотермічному реакторі (барабані) і польове компостування (на земельній ділянці). Перший метод здійснюється на сміттєпереробних заводах у включеному в загальну технологічну лінію громіздкому біотермічному барабані (діаметром 4 і довжиною 32 або 60 м), що повільно обертається (1-3 об./хв) навколо осі, нахиленої під кутом 1⁰ до горизонту. В барабані автоматично підтримуються оптимальні режими компостування, органічна маса безперервно перемішується і подрібнюється. Процес компостування протікає кілька днів (2-3). Барабан працює в безперервному (потоківому) режимі. Менше поширення при промисловому

компостуванні отримали спеціальні ферментатори (канальні, шахтні камерні, тощо), в яких також в автоматичному режимі підтримуються оптимальні режими компостування.

Найбільш поширеним у світовій практиці і прийнятним для умов м. Києва є метод польового компостування, який і приймається в даному проекті.

Ділянка компостування розрахована на виробництво 30 тис. тон компосту в рік. Основна сировина – рослинного походження: гілки дерев, листя, груба трава тощо у кількості 40...60 тис. м³ на рік (до 10 тис. т/рік). Крім того, можуть бути використані такі компоненти побутових відходів органічного походження, як залишки від перероблення та споживання овочів, фруктів, інші органічні відходи (харчові відходи), а також осади стічних вод (ОСВ) в кількості, необхідній для інтенсифікації процесу компостування (50-70% за масою).

Технологічна схема процесу компостування наведена на рис. 2.2.1, технологія польового компостування при якій відбувається біотермічний розпад органічної речовини внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів в аеробних умовах. Відходи деревини (тріска) та рослинні рештки (зелена маса, трава, листя) у співвідношенні 1:2 подрібнюються до розмірів 5-20 мм і подаються на змішування. При змішуванні додаються інші рослинні відходи (овочів, фруктів, харчові), осади стічних вод (ОСВ) та мінеральні добавки (N, P), а також меліоранти (вапно, гіпс) для підтримування необхідного рівня кислотності (показника рН у межах 6,0...7,5).

Вуглецево-азотний баланс (C/N) повинен дотримуватись у межах 20:1-25:1, вологість – 60-75%.

Змішану компостну масу укладають у стоси завширшки 10 м, заввишки 3 м, завдовжки 100 м і за необхідності теплоізоляції (при температурі повітря нижче + 5...10 °С) закривають шаром ґрунту, ОСВ чи готового компосту. Стоси періодично перелопачують, внаслідок чого компост додатково перемішується, подрібнюється і насичується киснем повітря, що прискорює процес компостування.

Процес компостування (до повного дозрівання компосту) в літній період протікає 2-3 місяці, в зимовий – 3-4 місяці. Про інтенсивність діяльності спочатку мезофільних, а потім термофільних мікроорганізмів свідчить підвищення температури в середині стосу. Температурний режим компостування такий. При температурі оточуючого атмосферного повітря, а також початковій температурі компостної маси 20⁰ С за 4-5 днів відбувається її саморозігрів до температури 40⁰ С. Ще за 2-3 дні температура зростає до 60-70⁰ С і утримується на цьому рівні протягом 15-25 днів, а потім за 4-5 днів знижується до 40-45⁰ С і далі за 3-5 місяців – до 30-35⁰ С. При перекиданні (перелопачуванні) стосу внаслідок додаткової аерації та змішуванні інтенсивність діяльності мікроорганізмів зростає, про що свідчить тимчасове підвищення температури в середині стосу, і час дозрівання компосту скорочується. Про завершення процесу компостування свідчить стабілізація температури (припиняється зниження або підвищення при перелопачуванні).

Дозрілий компост просіюється за допомогою барабанного сита з прохідними отворами 15-20 мм і ділиться на дві фракції: готовий компост і відсів. Компост подається на майданчик готової продукції, а відсів – на полігон захоронення або на повторне компостування.

Для запобігання втрат азоту у вигляді аміаку до компостної суміші можна додавати, наприклад, фосфогіпс (ТУ 6-08-418-80), який зв'язує аміак, утворюючи тверді нелеткі сполуки (аміакати), котрі добре розчиняються у воді і легкодоступні для рослин. Для зменшення вмісту в компості рухливих форм важких металів, радіонуклідів, сульфатів, хлоридів тощо доцільно використовувати сорбент – технічний гідролізний лігнін, що утворюється як побічний продукт на підприємствах паперової та гідролізно-дріжджової промисловості.

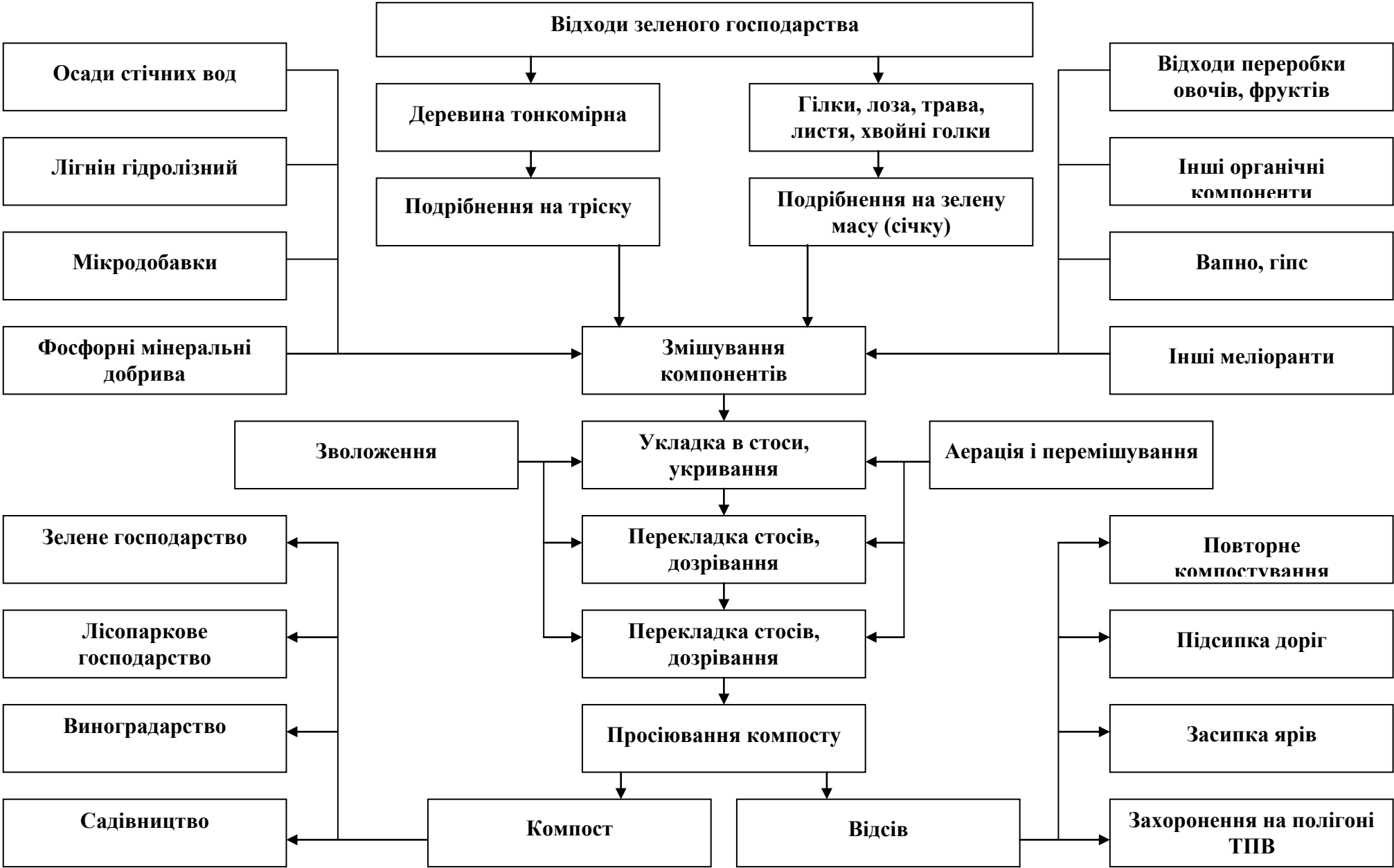


Рисунок 2.2.1 Структурна технологічна схема процесу виготовлення компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод

Специфіка використання для компостування ОСВ і органічних компонентів побутових відходів полягає у наявності в їх складі цілої низки шкідливих мікроорганізмів і яєць гельмінтів, котрі однак гинуть при температурі вище 50°C . Для гарантованого знешкодження всіх відомих форм паразитарних мікроорганізмів та яєць гельмінтів і комах, а також насіння бур'янів, необхідно всю компостну масу витримати при температурі $55\text{--}60^{\circ}\text{C}$ не менше 2-3 днів. Головною вимогою до технологій компостування за даних умов є забезпечення вказаного температурного режиму. Реалізувати таку технологію можна використанням змішувача-аератора СА-100 (конструкції ІМЕСГ УААН) (зарубіжний аналог для заміни – Willibald TBU 3P), який здійснює пошарову обробку компостної маси в стосу, що має (в перерізі) форму тригранної призми. При цьому можливі два різновиди технологічних процесів. При першому – приготування компостної маси здійснюється безпосередньо на майданчику для компостування за допомогою мобільної машини для приготування компостів МПК-Ф-1 (зарубіжний аналог для заміни – Willibald TBU 3P) або навантажувача ковшового фронтального (на тракторі класу 30 кН). При другому – використовується стаціонарна установка для виготовлення компостної суміші УКС-Ф-100 (або СТМ-8/20). Для подібнення зеленої маси (грубі трави, гілки) використовується вітчизняна машина ИТР-80-1А або зарубіжний аналог – Willibald MZT 4300. Для просіювання готового компосту використовується вітчизняна установка ПБ-16 або зарубіжний аналог – Willibald Maxishaker чи Doppstadt SM 414.

У першому випадку технологія така. Компоненти компостної суміші завозяться на майданчик компостування самоскидами і вперемішку вивантажуються в купи вздовж запланованого стосу. Машина МПК-Ф-1 або навантажувач фронтальний підбирає компоненти компосту, перебиває та змішує їх і формує стоси трикутного перерізу висотою 2,5-3,5 м. Після розігріву компостної маси на глибині 0,6-0,8 м від поверхні стосу до температури $55\text{--}70^{\circ}\text{C}$ і витримки при цій температурі не менше 2 діб змішувачем-аератором СА-100 з однієї бокової поверхні стосу знімають шар (завдовжки 0,6-0,8 м) холодного компосту і перекидають на іншу. При цьому до компосту можуть додаватись мінеральні та інші добавки, які попередньо укладаються в бурт уздовж стосу або розподіляються по його поверхні. Шар компостної маси, що забирається, додатково перебивається, змішується, насичується киснем і розподіляється на протилежній грані стосу. Далі через кожні 4-5 днів цю операцію повторюють, доки стос (бурт) не зміститься на відстань, що дорівнює його основі. Такий метод дає можливість провести гарантовану температурну обробку компостної суміші і скоротити термін його приготування до 1,5-2,0 місяців.

У другому випадку технологія така. Компоненти компостної маси подаються в приймальні бункери стаціонарної змішувальної установки, дозуються, змішуються і вивантажуються в транспортні засоби або на купу. Далі компостна маса самоскидними транспортними засобами завозиться на майданчик компостування і вивантажується в купи вздовж запланованого стосу. Потім змішувачем-аератором формують стос трикутного перерізу заввишки до 1 м, встановивши його робочий орган під кутом 9° . Далі транспортні засоби вивантажують суміш вздовж основи стосу, а змішувач-аератор бульдозером з косим відвалом і робочим органом, встановленим під кутом 16° , укладає її на пологий укіс до висоти 1,9 м. Враховуючи, що суміш нагрівається до $55\text{--}70^{\circ}\text{C}$ за 4-5 діб і при цій температурі її потрібно витримати не менше 2 діб, закладають 4-6 стосів (по одному в день). Далі, починаючи з першого стосу, по черзі укладають нову суміш під кутами 23° і 30° . Потім під кутом 30° стоси можуть нарощуватись, перетворюючись із трикутної форми в трапецевидну, заввишки 3,5 м, завширшки 20 м і більше, що вдвічі збільшує щільність укладки суміші на території майданчика для стосів. При другому варіанті технологічного процесу також забезпечується гарантована пошарова температурна обробка компостної суміші. Крім того, досягається краща якість компосту за рахунок більш точного дозування і змішування компонентів.

Принципова схема технологічної лінії компостування наведена на рис. 2.2.2. Схема включає подрібнювачі двох типів: для трав'янистих решток (грубих трав), лози винограду, гілок з листям 1 і для тонкомірної деревини 2; шнеково-лопатекий змішувач 3 з накопичувальними приймальними бункерами і дозаторами; аератор-змішувач 4 для формування стосів 10 компосту і збагачення його киснем; подавальний стрічковий транспортер 5; барабанний просіювач 6 дозрілого компосту;

грейферний навантажувач 7 на тракторі 9; самоскидний тракторний причіп 8 для перевезення вантажів на ділянці компостування.

План ділянки компостування наведено на рис. 2.2.3. Площа ділянки 1,5 га. Ділянка огорожена дріткою сіткою із залізобетонними стовпчиками. Біля входних воріт розташована вагова 16 з оглядовим майданчиком та адміністративним приміщенням 17. З лівого боку на вході розміщені майданчики 2, 3 для накопичення сировини, а з правого – склад готової продукції (компосту) 15. В центральній частині розміщені переробний цех 4 з технологічним обладнанням та гаражем, що являє собою криту одноповерхову будівлю розмірами 20 х 60 м із легких збірних конструкцій. За цехом розташований відкритий майданчик з твердим (бетонним) покриттям для укладання стосів компостованої маси, що займає 2/3 загальної площі ділянки.

Для здійснення технологічного процесу приготування та використання (внесення в ґрунт) компосту, крім згаданих машин та обладнання, можуть використовуватись такі засоби механізації загального призначення, а також спеціальні машини та механізми: автомобіль-самоскид КАМАЗ-5511; транспортний агрегат у складі трактора МТЗ-80/82 (або ЮМЗ-6) і двовісного причепа 2ПТС-4; навантажувач-бульдозер “Борекс-3106”; навантажувач грейферний ЭО-1624 на тракторі Т-30А; розкидачі органічних добрив ПРТ-7, РОУ-6, МТО-6 (з трактором МТЗ або ЮМЗ) та МТО-12, МТО-14 (з трактором Т-150К); машина для транспортування рідких добрив МЖТ-6 (з трактором МТЗ або ЮМЗ) та ін.

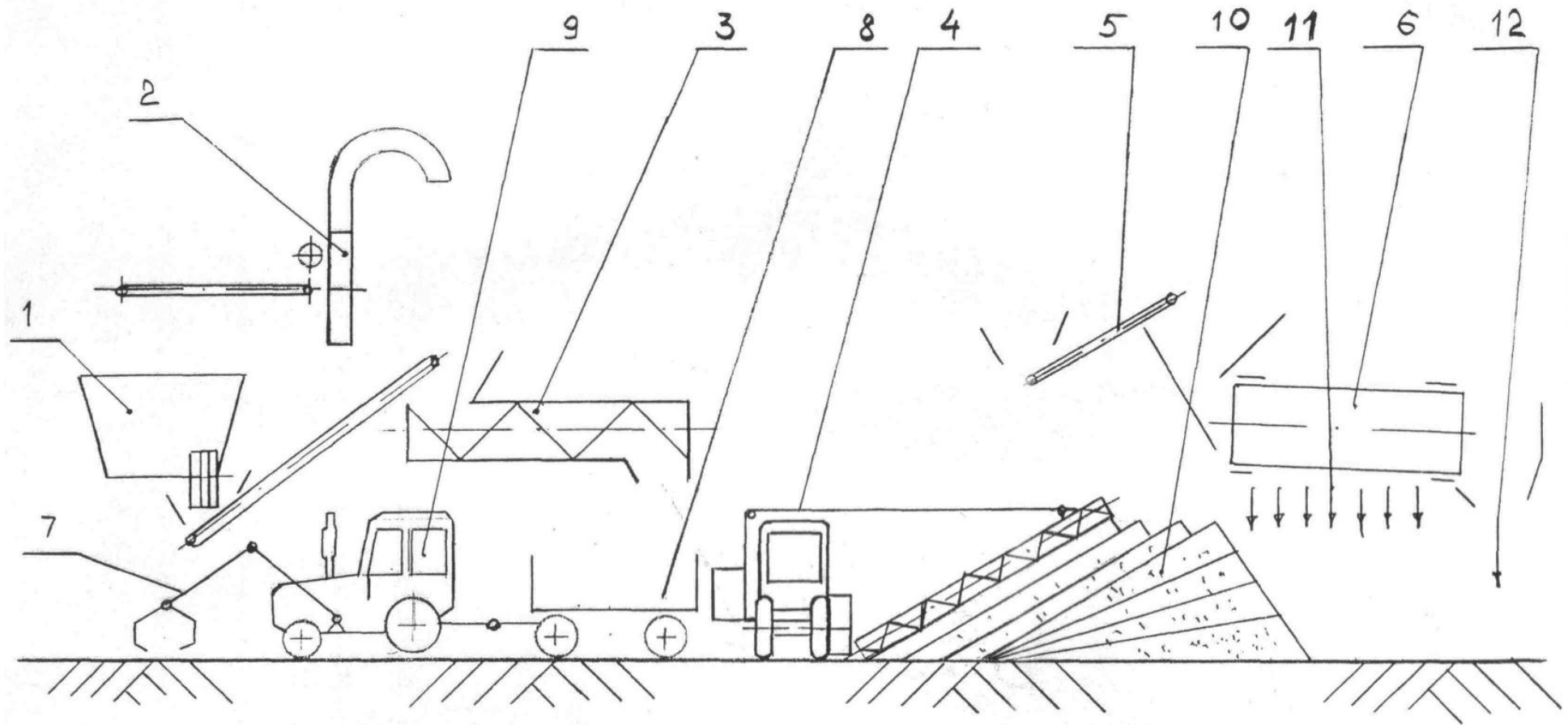


Рисунок 2.2.2 Принципова схема технологічної лінії (процесу) компостування:

1 – подрібнювач зеленої маси; 2 – подрібнювач тонкомірної деревини; 3 – змішувач; 4 – змішувач-аератор;
 5 – подавальний транспортер; 6 – просіювач барабанний; 7- навантажувач грейферний; 8 – причіп; 9 – трактор;
 10 – бурт компосту; 11 – готовий компост; 12 – відсів.

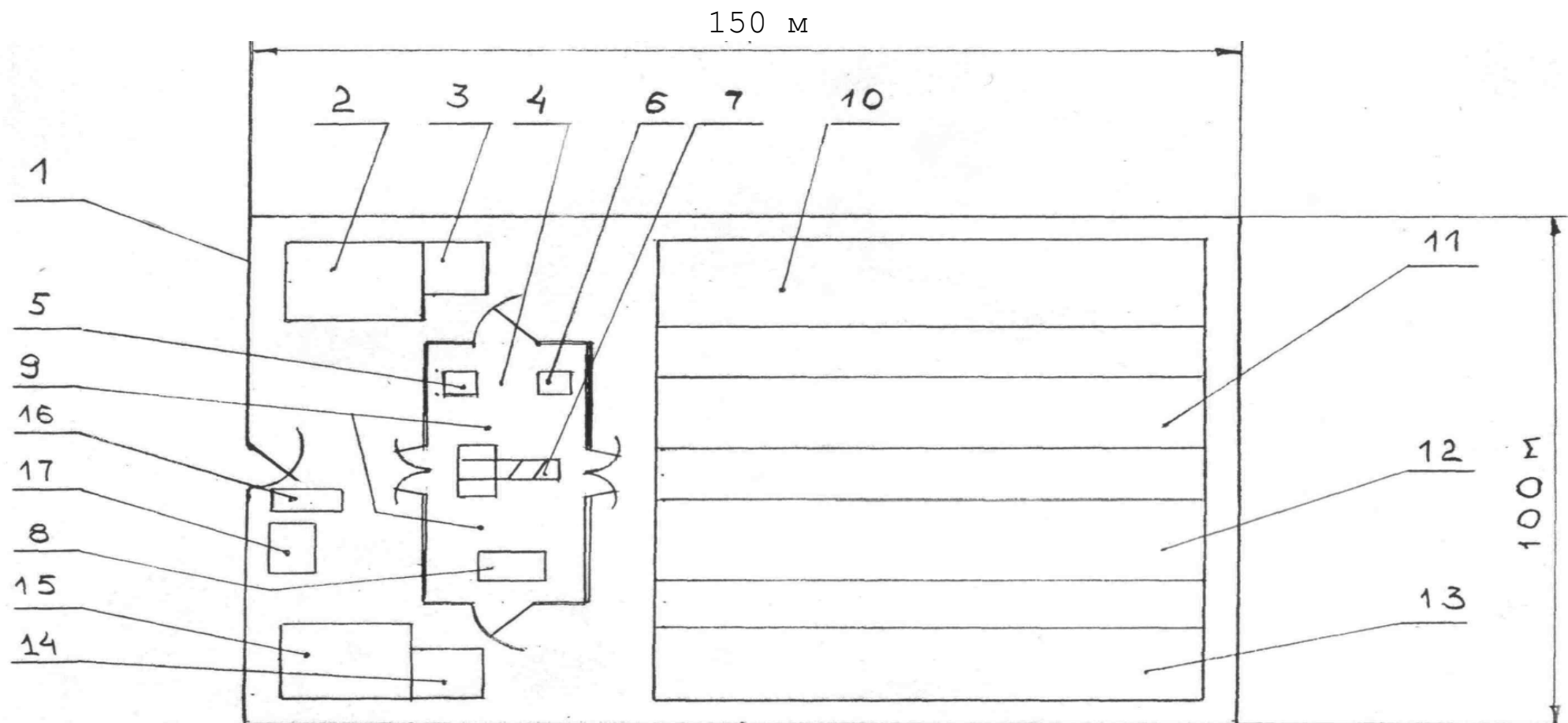


Рисунок 2.2.3 План ділянки компостування:

1 – огорожа; 2,3 – майданчик заготівлі сировини; 4 – переробний цех; 5,6 – відділення подрібнення компонентів сировини; 7 – відділення змішування компостної маси; 8 – відділення просіювання готового компосту; 9 – гаражне відділення; 10,11,12 – стоси компосту; 14 – бункер відсіву; 15 – майданчик готового компосту; 16 – вагова; 17 – адміністративне приміщення; 18 – в'їзні ворота.

Рисунок 2.2.4 Шредер первичной переработки Willibald серии MZA



Техническая характеристика

Техническая спецификация	Серия MZA
	2400
Двигатель	MAN
Мощность, кВт/л.с.	176/240
Производительность, куб. м:	
- зеленые отходы	70
- корневой материал	50
- стволы, отходы древесины	30
Приемное окно:	
Высота, мм	350
Длина, мм	1450
Количество ножей/осей на роторе	24/3
Диаметр ротора, мм	800
Высота загрузки, мм	1950
Габаритные размеры, ДхШхВ, мм	9400x2460x3400
Вес установки, кг	11000
Стоимость базовой установки, условия DDD, склад покупателя, евро	185 000

Рисунок 2.2.5 Сортировщик отходов Willibald Maxishaker



Технические характеристики.

Техническая спецификация	Серия Maxishaker
Двигатель	Perkins
Мощность, кВт/л.с.	38/52
Производительность, куб. м	50-150
Площадь просева одной деки, кв. м	13
Габаритные размеры, ДхШхВ, мм	4900x2550x3275
Вес установки, кг	6300
Стоимость базовой установки, условия DDD , склад покупателя, евро	96 000

Рисунок 2.2.6 Переворачиватель буртов компоста Willibald TBU 3P

**Технические характеристики:**

Модель	ТВГ 3Р
Рекомендуемая мощность двигателя трактора	130л.с. при 1000 об./мин Ширина: 100 мм
Разгрузочный конвейер	
Габаритные размеры, ДхВхШ, мм	4850 x 2450 x 3450
Пропускная способность	1200 м ³ /ч- в зависимости от типа материала
Вес брутто установки	3200 кг
Стоимость базовой установки, условия DDP, склад покупателя, евро	78 000

В табл. 2.2.1 наведені три варіанти технологічних комплексів машин та обладнання для виготовлення компосту.

Таблиця 2.2.1 Технологічні комплекси машин для виробництва компосту

Технологічна операція	Склад агрегату		Продуктивність, т/год.	Маса, кг	Ціна, тис. грн.	Кількість, шт.	Загальна вартість, тис. грн.
	Машина	Привід					
Варіант I							
З використанням стаціонарної змішувальної установки							
1. Завантаження трави, листя, лози, гілок в подрібнювач зеленої маси	ЕО-1624	Т-30А	10-20	3800	250	1	250
2. Подрібнення зеленої маси на січку	ИТР-80-1А	58 кВт	5-7	1760	210	1	210
3. Подрібнення деревини на тріску	МРД-3	35 кВт	2-4	2250	250	1	250
4. Змішування компонентів компостної маси	УКС-Ф-60 або	50 кВт	75	23000	1450	1	1450
	СТН-8/20	15	23	4500	850	1	
5. Перевезення компостної маси на майданчик компостування	2ПТС-4	-	-	1530	50	6	300
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	3	540
6. Формування стосів, аерація і переміщення стосів	СА-100	-	100	2000	140	1	140
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	1	180
7. Завантаження компосту в транспортні засоби	Борекс-3106	Спец. база	30-60	4500	340	1	340
8. Просіювання і затарювання компосту	ПБ-15	10 кВт	20-60	3000	250	1	250
Інше обладнання	-	-	-	-	-	-	1000
Всього						18	4910
Варіант II							
Із застосуванням мобільної змішувальної установки							
1. Завантаження трави, листя, лози гілок у подрібнювач зеленої маси	ЕО-1624	Т-30А	10-20	3800	250	1	250
2. Подрібнення зеленої маси на січку	ИТР-80-1А	58 кВт	5-7	1760	210	1	210
3. Подрібнення деревини на тріску	МРД-3	35 кВт	2-4	2250	250	1	250

Технологічна операція	Склад агрегату		Продуктивність, т/год.	Маса, кг	Ціна, тис. грн.	Кількість, шт.	Загальна вартість, тис. грн.
	Машина	Привід					
4. Перевезення зеленої маси і тріски на майданчик компостування	2ПТС-4	-	-	1530	50	6	300
	-	ЮМЗ-8940	-	3200	180	3	540
5. Змішування компонентів і формування стосів	МПК-Ф-1	ХТЗ-181	140	4100	400	1	400
	-		-	6550	530	1	530
6. Аерація і переміщення стосів	СА-100	-	100	2000	140	1	140
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	1	180
7. Завантаження компосту в транспортні засоби	Борекс-3106	Спец. база	30-60	4500	340	1	135
8. Просіювання і затарювання компосту	ПБ-15	10 кВт	20-60	3000	250	1	250
Інше обладнання	-	-	-	-	-	-	1000
Всього						18	4390
Варіант III							
З перемішуванням компостної маси бульдозером							
1. Завантаження трави, листя, лози гілок у подрібнювач зеленої маси	ЕО-1624	Т-30А	10-20	3800	250	1	250
2. Подрібнення зеленої маси на січку	ИТР-80-1А	58 кВт	5-7	1760	210	1	210
3. Подрібнення деревини на тріску	МРД-3	35 кВт	2-4	2250	250	1	250
4. Перевезення зеленої маси і тріски на майданчик компостування	2ПТС-4	-	-	1530	50	6	300
	-	ЮМЗ-6	-	3200	180	3	540
5. Змішування компонентів і формування стосів	ПФП-1,2 навантажувач	Т-156 б-09	50	1780	160	1	160
			-	6550	460	1	460
6. Аерація і переміщення стосів	СА-100	ЮМЗ-8040	100	2000	140	1	140
	-		-	3200	180	1	180
7. Завантаження компосту в транспортні засоби	Борекс-3106	Спец. база	30-60	4500	340	1	340
8. Просіювання і затарювання компосту	ПБ-15	10 кВт	20-60	3000	250	1	250
Інше обладнання	-	-	-	-	-	-	1000
Всього						18	4080

Примітка: ціни на період жовтня 2011 р.

Варіант I – з утриманням машин і механізмів та виготовленням компостної суміші в закритому приміщенні і компостуванням на відкритому майданчику з твердим покриттям.

Варіант II – з утриманням машин і механізмів та виготовленням компостної суміші на майданчику з твердим покриттям під навісом і компостуванням на відкритому майданчику з твердим покриттям з використанням спеціальної змішувальної машини МПК-Ф-1.

Варіант III – з утриманням машин і механізмів та виготовленням компостної суміші і компостуванням на майданчику з твердим покриттям під навісом традиційним змішуванням (бульдозером навантажувачем).

Крім того, для повноти аналізу розглянуто варіант IV, який відрізняється від варіанту III тим, що криті приміщення та площадки з твердими покриттями не будуються, а утримання машин і механізмів та виробництво компосту здійснюється на відкритому майданчику (спланованому та ущільненому).

2.3. Співставний розрахунок ефективності виробництва компосту за варіантами обладнання

Розрахунок економічної ефективності виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод за варіантами комплексів обладнання наведений у додатку 1. Основні результати розрахунку наведені в табл. 2.3.1.

Як видно з таблиці 2.3.1, найнижча собівартість виготовлення компосту (81 грн./т) в четвертому варіанті, а якість компосту буде задовільною. Враховуючи те, що при варіанті 2 якість компосту хороша, а собівартість також невисока (82 грн. /т), найбільш перспективним видається другий варіант. Крім того, потрібно відмітити, що перший варіант дає можливість збільшити термін експлуатації машин і механізмів, оскільки вони зберігаються в закритому приміщенні. Однак зважаючи на брак коштів, спочатку може бути реалізований третій варіант, при якому початкові капіталовкладення є порівняно невисокими (9118 тис. грн., в т.ч. на будівлі та споруди 4728 тис. грн. і на машини та механізми 4390), а їх окупність – прийнятною (8,2 роки). З тим щоб в подальшому був реалізований і варіант 1.

Таблиця 2.3.1 Основні техніко-економічні показники різних технологій виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод

Варіанти технологічних комплексів (технологій)	Річне вироб- ництво, тис. тон	Початкові капіталовкладення, тис. грн.		Питомі капітало- вкладення, грн./т рік	Собівартість 1 т компосту, грн.	Якість вироблю- ваного компосту	Річний прибуток, тис. грн.	Термін окупності капітальних вкладень, років
		будівлі та споруди	машини та механізми					
1. З утриманням машин і виготовленням компосту в приміщенні і компостуванням на відкритому майданчику (з установкою УКС-Ф-60)	30,0	10104	4910	503	83	підвищена	600	12,54
2. З утриманням машин і виготовленням компосту на майданчику під навісом (з машиною МПК-Ф-1) і компостуванням на відкритому майданчику	30,0	4728	4390	304	82	хороша	600	8,21
3. З утриманням машин і виготовленням компосту на майданчику під навісом (бульдозером- навантажувачем) і компостуванням на відкритому майданчику	30,0	4728	4080	269	84	умовно хороша	624	7,98
4. З утриманням машин і виготовленням компосту на відкритому майданчику (бульдозером-навантажувачем)	30,0	303	4080	146	81	задовільна	576	4,53

Примітка: ціни взяті на період жовтня 2011 р.

2.4. Пропозиції щодо реалізації проекту зі створення ділянки компостування

Пропозиції щодо заходів реалізації проекту створення ділянки компостування наведені в таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1 Заходи щодо реалізації проекту створення ділянки виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод для м. Києва

№ п/п	Найменування заходу	Термін виконання	Вартість, тис. грн.	Процент від загальної вартості
		початок-закінчення		
1	Вибір місця розташування ділянки, проектно-вишукувальні роботи, розробка проекту	2012 р.	1450	12,86
2	Будівництво площадки компостування	2014 р.	1500	13,30
3	Будівництво виробничого майданчика	2014 р.	1600	14,19
4	Інші будівлі та споруди	2014 р.	1628	14,44
3.	Закупка технологічного обладнання, машин та механізмів	2014 р.	4390	38,93
4.	Розробка та виготовлення нестандартного (несерійного, допоміжного) обладнання	2014 р.	420	3,72
5.	Моделювання технологічного процесу, встановлення його оптимальних регламентів (параметрів і режимів)	2014... 2016 рр.	290	2,57
	Введення в дію ділянки компостування		-	
	Всього	-	11278	100,0

Примітка: ціни взяті на період жовтня 2011 р.

Висновки

У процесі розробки проекту ділянки виготовлення компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод для м. Києва було розглянуто проблему утилізації відходів, що утворюються при утриманні міських зелених насаджень, проведено огляд технологій утилізації органічної складової побутових відходів, розроблено варіанти технологічних процесів і комплексів машин та механізмів для польового компостування, проведено техніко-економічні розрахунки та порівняльний аналіз запропонованих варіантів з виявленням раціональних проектних рішень і встановленням вихідних даних і вимог до проекту ділянки компостування.

Слід відзначити, що прийнята виробнича площа ділянки компостування, а також підібрані комплекси машин мають резерви за продуктивністю (особливо I та II варіанти), а тому при освоєнні нових видів сировинних компонентів і технологій та в міру налагодження виробничого процесу обсяги річного виробництва компосту можуть зрости до 40 тис. тонн і більше, що дасть змогу значно знизити собівартість продукції та підвищити рентабельність виробництва.

В подальшому необхідно змоделювати процес компостування заданих компонентів компостної суміші в даних кліматичних умовах з використанням спеціальної лабораторної установки (НДКТИ МГ, ІМЕСГ УААН). При цьому повинні бути визначені оптимальні співвідношення компонентів та мінеральних добавок, а також відпрацьовані режими і терміни компостування та визначені якісні показники вироблюваного компосту.

За попередніми даними, вироблюваний компост матиме в своєму складі гумус (до 12%), мінеральні поживні речовини (азот – до 1,1%, фосфор P_2O_5 – до 2,4%, калій K_2O – до 1,5%, магній – до 0,6%), мікроелементи (марганець – до 600 мг/кг, мідь – до 800 мг/кг, цинк – до 1000 мг/кг, кобальт – до 27 мг/кг, йод – до 5 мг/кг, бром – до 16 мг/кг).

Внесення компосту в ґрунт збагатить його поживними речовинами та мікроелементами, поліпшить структуру та водний і повітряний режими, підвищить родючість ґрунтів та покращить стан міських зелених насаджень.

З іншого боку, вилучення з побутових відходів органічної складової зменшить обсяги захоронення відходів на полігонах та звалищах, внаслідок чого продовжаться терміни їх експлуатації, зменшиться виділення полігонами та звалищами в оточуюче середовище шкідливих емісій (фільтрату та біогазу), поліпшиться екологічна ситуація в регіоні.

Проект створення ділянки виготовлення компосту з відходів зеленого господарства стічних вод для м. Києва може бути здійснений протягом 2013-2014 років. Загальні витрати на реалізацію проекту ділянки компостування за даними табл. 2.4.1 (на 2014 р.) становлять 11278 грн., з урахуванням інфляції та зміни курсів валют орієнтовні загальні витрати на 2014 р. можуть скласти біля 15 млн. гривень.

3. Виробництво паливних матеріалів

3.1. Обґрунтування необхідності виготовлення паливних матеріалів із відходів деревини

Вихідні положення

Обґрунтування необхідності діляниць виготовлення паливних матеріалів (тріски та брикетів) виконане на основі вихідних даних про обсяги та склад деревинних відходів (стовбури дерев, скелетні гілки, тонкомір, пеньки, тощо), які утворюються на об'єктах міського озеленення під час догляду та реконструкції зелених насаджень.

Основна мета проекту

Основною метою розроблення проекту виготовлення паливних матеріалів є зниження обсягів відходів, що захоронюються на полігонах та звалищах, і використання відходів деревини в якості енергоресурсу.

Очікувані результати розробки

В результаті розроблення проекту будуть обґрунтовані раціональні технології та комплекси обладнання для перероблення ресурсно цінних відходів деревини на паливні матеріали для подальшої їх утилізації в енергетичних цілях

Стан проблеми

У відповідності з уже заданою "Програмою утилізації рослинних відходів у м. Києві на 2007...2010 роки" (затвердженою рішенням сесії міської ради №732/1393 від 24.05.2007), міські рослинні відходи мають перероблятися: опале листя і трава - на компост, а деревина – на паливні матеріали (пелети та гранули).

На даний час неліквідна деревина, яка утворюється в районних Комунальних підприємствах з утримання зелених насаджень (КП УЗН) Київзезенбуду (біля 15 тис. куб. м на рік), частково реалізується населенню у якості палива (дров) або вивозиться на полігони та звалища.

Однак, відходи деревини мають високу теплотворну спроможність і є цінним відновлюваним енергетичним ресурсом.

Світовий досвід засвідчує, що в останні роки ринок альтернативних відновлюваних видів паливних матеріалів (паливної тріски, брикетів, пелет, гранул, тощо) стрімко зростає. Це пов'язане також з вичерпністю та невпинним подорожчанням традиційних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу), що особливо актуально для України.

Джерела розробки

Джерелами розробки є: науковий та практичний досвід ДП НДКТІ МГ (Україна, м. Київ), набутий при виконанні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт за напрямком енергозберігаючих технологій; практичний досвід з виготовлення подрібнювального та просіювального обладнання фірм Hammel (Німеччина), Doppstadt (Німеччина); практичний досвід фірми Briklis (Чехія) з виробництва обладнання для виготовлення паливних брикетів із деревини та інших відходів рослинного походження.

3.2. Вибір технологій та підбір обладнання для виготовлення паливної тріски

Основними видами паливних матеріалів, які виготовляють із деревини є: дрова, паливна тріска, брикети, пелети, гранули. Калорійність цих видів паливних матеріалів зростає в тому ж порядку від дров до гранул. Однак, в тому ж порядку, від дров до гранул, ускладнюються технології та вартість виготовлення цих матеріалів. При цьому використання дров, як правило, супроводжується ручним їх завантаженням в енергетичні (спалювальні) установки а при використанні паливної тріски, брикетів, пелет, гранул спалювальні установки працюють в автоматичному режимі. Тому дрова використовуються переважно в побутових спалювальних установках (печах, котлах, тощо) а більш широкого промислового використання набули паливна тріска, брикети, пелети, гранули. При цьому найпростішою і найдешевшою є технологія виготовлення паливної тріски, яка реалізується одностадійним подрібненням деревини на звичайних рубальних машинах. Більш складними і дорогими є технології виготовлення брикетів, пелет, гранул, які реалізуються двостадійним подрібненням деревини спочатку на тріску, а потім розмелюванням тріски до менших фракцій на подрібнювачах (декових) другої стадії. При цьому виготовлення брикетів є простішим і дешевшим, ніж виготовлення пелет та гранул, оскільки брикети мають більші розміри ніж пелети та гранули.

Таким чином, для даних умов масового перероблення великих обсягів деревини в паливні матеріали для подальшого їх використання в промислових енергетичних (спалювальних) установках з автоматичною подачею енергоносіїв доцільним є використання паливної тріски та брикетів. При цьому основним паливним матеріалом буде паливна тріска і в менших обсягах можуть вироблятися паливні брикети, переважно із тих матеріалів, які вже є подрібненими (тирса, м'ята деревинна маса, тощо) і непридатними для виготовлення тріски.

Технологія виготовлення паливної тріски полягає у подрібненні скелетних гілок дерев, тонкої частини стовбурів, тонкоміру на тріску за допомогою рубальної машини (рис. 3.2.1 а).

Зовнішній вигляд та технічна характеристика підбраної машини наведена на рис. 3.2.2.

Перелік основних видів комплексу обладнання для виготовлення паливної тріски наведений в табл. 3.2.1. Розрахункова річна продуктивність виготовлення паливної тріски 10 тис. т/рік.

СП „ОЛНОВА” www.olnova.com.ua
 80500 Україна, Львовская обл., г. Буск, ул. В. Ивасюка, 5
 тел./факс: +38 (03264) 2-34-10; 2-12-15; 2-15-15 e-mail: office@olnova.com.ua

Рубальна машина DP 660 E 30 кВт (дробарка, тріскодробарка)

Деревоподрібнююча машина DP 660 E 30 кВт з електричним двигуном призначена для подрібнення відходів деревообробки: обапіл, рейки, горбилі, верхівки та гіляки дерев на тріску (щепку).

Застосовується на: лісопилорамах, лісозаготівельних підприємствах, деревообробних підприємствах, целюлозно-паперових комбінатах, а також в комунальних службах.

Використання щепки: виробництво ДСП та ДВП, виробництво паливних брикетів, для опалення в котлах та інше.

Технічні дані:

Дискового типу з двома рубаючими ножами та одним контрножем, що регулюються.

Дробильний диск:

діаметр 800 мм

товщина 40 мм

Розміри подрібнювальної деревини:

діаметр до 160 мм

ширина до 240 мм

довжина від 300 мм і більше

Розміри фракції щепи на виході: 10 – 40 мм

Максимальна продуктивність до: до 5 куб/год

Труба викиду щепи легко обертається на 360°

Висота викиду щепи: до 2,5 м

Технічні характеристики:

Напруга мережі, В	380
Частота струму, Гц	50
Споживана потужність, кВт (к.с.)	30
Частота обертання диска, об/хв	1500
Швидкість подачі деревини, м/с	0...0,8
Мах. продуктивність, тонн/год	2-4
Висота викидання сировини, м	2,5
Габаритні розміри:	
довжина, мм	1900
висота з трубою, мм	2500
висота без труби, мм	1700
ширина, мм	1700
Вага, кг	960



Рис. 3.2.2 Рубальна машина

3.2.1 Перелік основних видів обладнання комплексу для виготовлення паливної тріски

Технологічна операція	Склад агрегату		Продуктивність, т/год.	Маса, кг	Ціна, тис. грн.	Кількість, шт.	Загальна вартість, тис. грн.
	Машина	Привід					
Подрібнення деревини на паливну тріску							
1. Рубальна машина	DP 660 E	30 кВт	3	1000	250	2	500
2. Бункер накопичувальний для подрібненої деревини (паливної тріски)	Нестандартне обладнання	-	-	5000	80	1	80
Всього	-	-	-	6000	-	2	580

3.3. Вибір технологій та підбір обладнання для виготовлення паливних брикетів

Технологія виготовлення паливних брикетів буде реалізовуватись у 2 стадії.

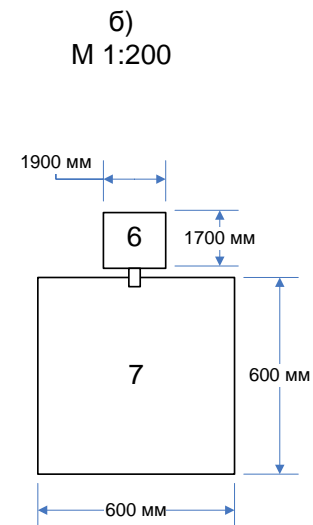
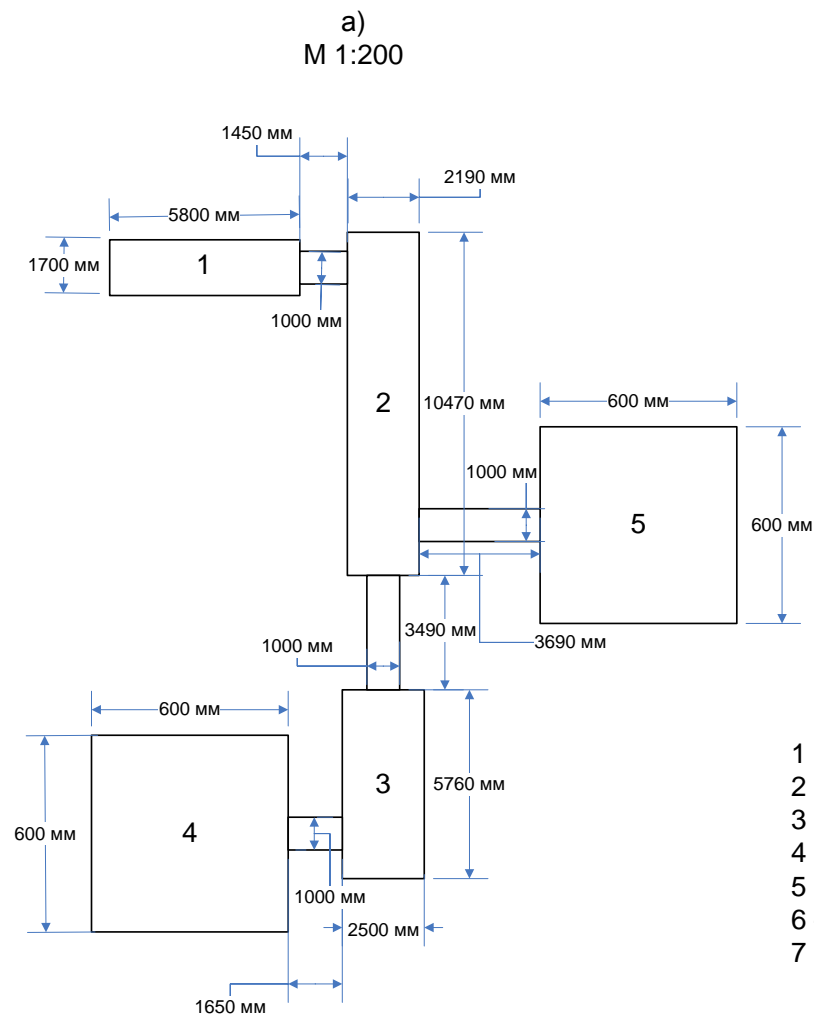
На першій стадії відходи деревини, які не придатні для перероблення на тріску на рубальній машині (поз. 6 на рис. 3.2.1 а) (короткі та товсті стовбури дерев, пні, обрізки, тощо) подрібнюються (розламуються) на двохвальній роторній машині (поз. 1 на рис. 3.2.1 б). Далі подрібнена деревинна маса розділяється на барабанному сепараторі (поз. 2 на рис. 3.2.1 б) на дрібну та крупну фракції. Дрібна фракція накопичується в бункері (поз. 5 на рис. 3.2.1 б) і спрямовується на виготовлення компосту. Крупна фракція подається на вторинний подрібнювач (поз. 3 на рис. 3.2.1 б). Подрібнена до менших розмірів деревинна маса накопичується в бункері (поз. 4 на рис. 3.2.1 б) і спрямовується на другу стадію (для виготовлення паливних брикетів).

На першій стадії використовується наступне основне обладнання.

Подрібнювач первинний двохвальний роторний (рис. 3.3.2).

Сепаратор барабанний (рис. 3.3.3).

Подрібнювач вторинний дековий (рис. 3.3.4).



- 1 - первинний подрібнювач (VB 450);
- 2 - барабанный сепаратор (SM 414);
- 3 - вторинний подрібнювач (PDV-400 E);
- 4 - накопичувальний бункер подрібненої маси для брикетування;
- 5 - накопичувальний бункер подрібненої і просіяної маси для компостування;
- 6 – рубальна машина (DP 660 E);
- 7 - накопичувальний бункер паливної тріски.

Рис. 3.2.1 Технологічні схеми подрібнення деревини:

а) з використанням дискової рубальної машини;

б) з використанням двовальної роторної подрібнювальної машини.

СП „ОЛНОВА” www.olnova.com.ua
 80500 Украина, Львовская обл., г. Буск, ул. В. Ивасюка, 5
 тел./факс: +38 (03264) 2-34-10; 2-12-15; 2-15-15 e-mail: office@olnova.com.ua

Измельчитель VB 450

Сферы применения и производительность:

Измельчаемый материал	Производительность, тонн/час
Домашний мусор	15
Старая и использованная древесина	10
Паллеты	8
Кабельные катушки	6
Зеленые ветки деревьев	15
Корни и кроны деревьев	6-8
Смешанная древесина	12
Автомобильные шины	5



Технические данные:

Модель	VB 450 DK	VB 450 D	VB 450 E
Тип	мобильная на гусеничном ходу	мобильная на колёсной раме	стационарная
Привод	дизельный двигатель	дизельный двигатель	электродвигатель
Мощность, kW	140 л.с.	140 л.с.	100 kW
Производительность, тонн/час	8-12	8-12	8-12
Объем бункера, м ³	3,5	3,5	3,5
Размер измельчаемого материала, мм	до 2500	до 2500	до 2500
Размер измельченного материала, мм	120-200	120-200	120-200
Частота вращения рабочих валов, мин ⁻¹	15-33	15-33	15-33
Высота выброса измельченного материала, мм	2700	2700	2700
Ширина при транспортировке, мм	1700	1700	1700
Высота при транспортировке, мм	2140	2140	2140
Длина при транспортировке, мм	5800	5800	5800
Длина при эксплуатации, мм	7250	7250	7250
Управление	Радиодистанционное	Радиодистанционное	Радиодистанционное
Масса, тонн	11	9	8

Подрібнювач VB 450E (виробництва СП «Олно́ва», фірми «Hammel»)

Рис. 3.3.2 Подрібнювач первинний

Doppstadt Calbe GmbH <http://www.doppstadt.com/>

Barbyer Chaussee 3 D-39240 Calbe/Saale

Tel. +49 (0)39291 55-0 Fax +49 (0)39291 55-350 E-Mail: info@doppstadt.com

Барабанный сепаратор SM 414



Model	SM 414	
Permissible weight	10,500 kg (23,149 lb)	
Chassis	2-central-axle trailer chassis, for 80 km/h (50 mph) with ABS	
Drive	diesel engine	
Type	Caterpillar C 2.2 (optional: electric motor)	
Power	30 kW (41 hp) at 2,000 rpm	
Torque	max. 143 Nm	
Exhaust level	EUROMOT IIIA	
Fuel tank	100 l (26 gal)	
Drum basic skeletal drum		
Length	4,200 (13'9")	
Diameter	1,400 (4'7")	
Mesh size	selectable, 8–100 (0.31–3.94")	
Mesh type	selectable (staggered squares, round holes)	
Drum wall thickness	selectable, 6–10 (0.24–0.39")	
Drum speed	0–21 rpm	
Feeding hopper		
Feeding volume	3.0 m³ (106 ft³)	
Feeding width/height	3,260 / 2,600 (10' 8" / 8' 6")	
Discharge conveyors	rear	side
Length [*option]	3,000 (9'10") [5,000 (16' 5")*]	3,000 (9'10") [5,000 (16' 5")*]
Width	800 (2' 7")	600 (2')
Belt speed m/s (ft in/s)	0.8 (2' 7")	2.0 (6' 7")
Options e.g.	stonegrid, remote control, additional hydraulic connection, special paint	

Рис. 3.3.3 Сепаратор барабанный

СП „ОЛНОВА” www.olnova.com.ua

80500 Украина, Львовская обл., г. Буск, ул. В. Ивасюка, 5

тел./факс: +38 (03264) 2-34-10; 2-12-15; 2-15-15 e-mail: office@olnova.com.ua

Вторичный измельчитель PDV 400 E

Вторичный измельчитель PDV 400 E - предназначен для измельчения крупных древесных отходов, в том числе целых поддонов, ящиков, дверных и оконных проемов, а также других отходов древесины. Полученная таким образом фракция щепы имеет размер от 20 до 60 мм, и может, в зависимости от структуры, использоваться как дополнительное сырье для деревоперерабатывающей промышленности при производстве ДСП, или термически утилизирована в котельных системах. Конечные размеры фракции щепы на выходе зависят от величины отверстий установленного сита. Доустановкой системы сит можно добиться разделения щепы по фракциям. На измельчителе можна устанавливать магнитный приводной ролик выгрузного транспортера для частичного отделения металлических включений.

Сферы применения:

- Измельчение крупных древесных отходов;
- Доизмельчения отходов после первичного измельчителя



Технические данные:

Модель	PDV 400 E
Тип	стационарная
Привод	электромотор
Мощность, kW	75 kW
Производительность, тонн/час	8-15
Размер измельчаемого материала, мм	900-1200
Размер измельченного материала, мм	20-60
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	1300
Выброс измельченного материала, мм	1500-1700
Ширина при транспортировке, мм	2500
Высота при транспортировке, мм	2700
Длина при транспортировке, мм	5760
Ширина при эксплуатации, мм	4150
Высота при эксплуатации, мм	3000
Споживана потужність, kW/тонн	5 kW/тонн
Вес, тонн	7

Рис. 3.3.4 Подрібноувач вторинний

На другій стадії із подрібненої деревинної маси (отриманої на першій стадії) виготовляються паливні брикети на спеціальній лінії виготовлення брикетів (рис. 3.3.5).

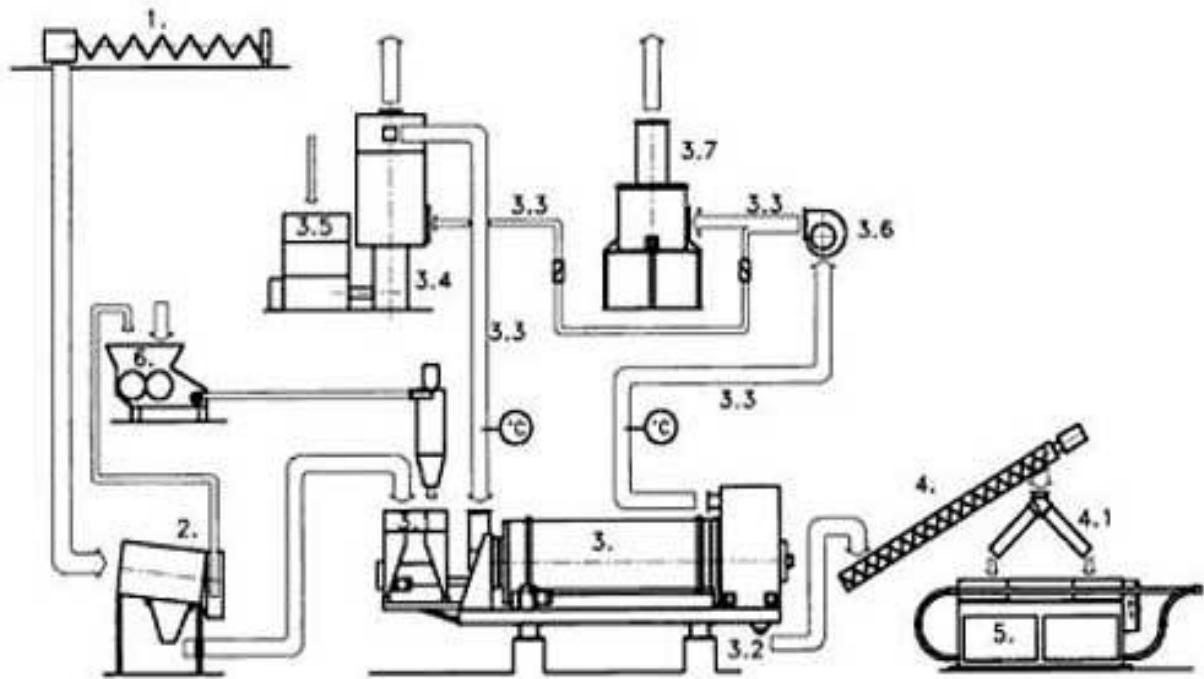


Рис. 3.3.5. Технологічна схема лінії виготовлення паливних брикетів

1. Шнекова подача; 2. Сито; 3. Сушильна камера; 3.1. Бункер сировини; 3.2. Відвід висушеної сировини; 3.3. Повітряні трубопроводи; 3.4. Бойлер SDDO-2; 3.5. Паливний бункер; 3.6. Вентилятор; 3.7. Фільтр; 4. Шнекова подача в брикетер; 4.1. Развід на два брикетери; 5. Брикетуючий прес; 6. Дробарка відходів деревини

Лінія брикетування призначена для брикетування дерев'яних відходів, соломи, паперу та текстильних волокон з вологістю 8 - 15% і розмірами менше 15 мм.

Параметри одержуваних брикетів.

Брикети циліндричні діаметром 50 і 65 мм, довжиною від 30 до 70 мм, теплотворна здатність від 15 до 18 МДж / кг, брикетування без використання зв'язуючих.

Лінія брикетування BRISUR складається з подавального шнека для подачі сировини з підлогового складу, системи стрічкових і гвинтових конвейерів для транспортування сировини, сепаратора, барабанної сушарки BUS з котлом для її обігріву і одного (400 кг/год) або двох брикетних пресів BrikStar (рис. 3.3 6).

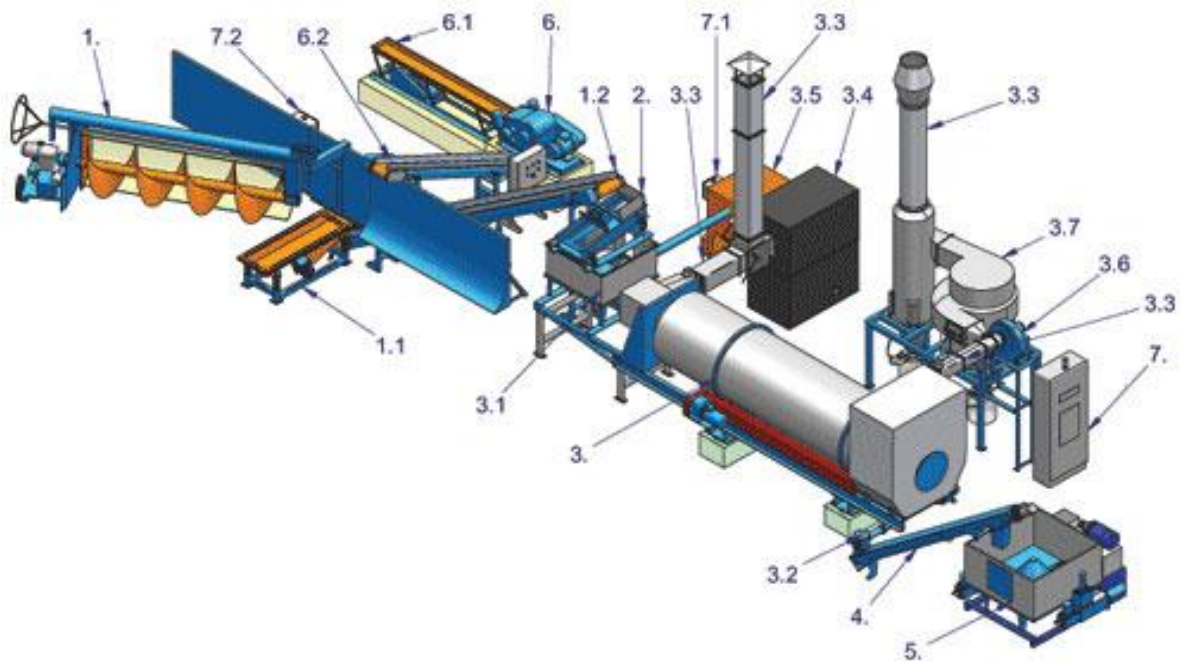


Рис. 3.3.6. Комплекс обладнання для виготовлення паливних брикетів

1. Підгрібаючий шнек; 1.1. Вібраційний транспортер; 1.2. Стрічковий транспортер;
 2. Сепаратор; 3. Сушарка; 3.1. Бункер сушарки; 3.2. Вигрузочний шнек; 3.3. Димова труба;
 3.4. Котел; 3.4. Котел; 3.5. Бункер палива; 3.6. Вентилятор; 3.7. Циклон; 3.8. Транспортер палива;
 4. Гвинтовий конвеєр; 5. Брикетний прес; 6. Дробарка; 6.1. Вібраційний транспортер;
 6.2. Стрічковий транспортер; 7. Пульт керування основний; 7.1. Пульт керування котлом;
 7.2. Пульт керування подачею сировини

Живильний шнек подає сировину з підлогового складу на приймальний бункер транспортера, який забезпечує подачу в бункер сушарки. Барабанна сушарка забезпечується теплом від котла, що працює на дерев'яних відходах. Волога сировина просіюється сепаратором, розміщеним над бункером вологої сировини. Великі відходи самопливом подаються в котельню для спалювання. Подача сировини в сушарку регулюється системою управління таким чином, щоб температура пари на виході з сушарки була постійною. Система управління також регулює подачу палива в котел. Бункер, що живить котел, може бути додатково обладнаний автоматичним шнеком, що подає сировину з бункера сушарки. Оптимальним паливом є дерев'яні відходи розмірами менше 20 мм. Димові гази з котла прохолоджуються холодним повітрям до температури 300-500 ° С і всмоктуються в сушарку вентилятором для відводу пари. Вентилятор розміщується за сушаркою на циклоні для відділення пилу. Суха сировина вивантажуються з сушарки гвинтовим конвеєром, який завантажує її в бункер сухого матеріалу брикетувального преса. Готові брикети з преса по трубопроводу подаються до місця фасування, наприклад, до місця фасування в поліетиленові мішки під обертаючою стійкою на 6 мішків. Запакування мішків здійснюється після випаровування надлишкової вологи і не є автоматизованим. Брикетувальний прес за бажанням замовника може бути укомплектований матрицею для виготовлення брикетів квадратного перерізу.

Барабанна сушарка тирси BUS

Барабанна сушарка забезпечується теплом від котла, що працює на дерев'яних відходах. Волога сировина просівається сепаратором, розміщеним над бункером вологої сировини. Великі відходи самопливом подаються в котел для спалювання. Подача сировини в сушарку регулюється системою управління таким чином, щоб температура пари на виході з сушарки була постійною. Система управління також регулює подачу палива в котел. Бункер, що

живить котел, може бути додатково обладнаний автоматичним шнеком, подає сировину з бункера сушарки. Оптимальним паливом є дерев'яні відходи розмірами менше 20 мм. Димові гази з котла прохолоджуються холодним повітрям до температури 300-500 ° С і всмоктуються в сушарку вентилятором для відводу пара. Вентилятор розміщується за сушаркою на циклоні для відділення пилу. Суха сировина вивантажується з сушарки гвинтовим конвейером, який завантажує її бункер сухого матеріалу брикетувального преса. Регулювання вологості сухого матеріалу непряме, вологість вихідного матеріалу не вимірюється. Вологість регулюється подачею сировини в сушарку таким чином, щоб температура на виході пара була постійною. Величина температури встановлюється оператором.

Брикетний прес BrikStar

Брикетний прес BrikStar призначений для виробництва паливних брикетів з дерев'яних відходів, соломи, паперу та текстильних волокон з вологістю 8 - 15% і розмірами менше 15 мм.

Технічна характеристика лінії брикетування

BRISUR	1000
Продуктивність	1000 кг/год. (5 тис. т/рік)
Встановлена потужність	125 кВт
Потужність споживання	90 кВт
Теплова потужність котла	1000 кВт
Споживання палива (тирси)	250 кг/год.
Займана площа	16 x 17 м
Маса	30000 кг
Режим роботи	неперервний
Кількість обслуговуючого персоналу	2

Продукція (брикети)



Перелік основних видів обладнання для реалізації технологічних процесів подрібнення деревини та виготовлення паливних брикетів наведений в табл. 3.3.1.

Таблиця 3.3.1 Технологічні комплекси машин для подрібнення деревини та виготовлення паливних брикетів

Технологічна операція	Склад агрегату		Продуктивність, т/год.	Маса, кг	Ціна, тис. грн.	Кількість, шт.	Загальна вартість, тис. грн.
	Машина	Привід					
Подрібнення деревини							
1. Первинне подрібнення деревини	VB 450E	100 кВт	8	8000	1500	1	1500
2. Просіювання (сепарація) подрібненої деревної маси	SM 414	30 кВт	8	10000	1900	1	1900
3. Вторинне подрібнення деревини	PDV 400E	75 кВт	8	7000	1200	1	1200
4. Бункер . накопичувальний відсіву (для компосту)	Нестандарт не обладнання	-	-	5000	80	1	80
5. Бункер накопичувальний подрібненої деревини (для брикетів)	Нестандарт не обладнання	-	-	5000	80	1	80
6. Екскаватор-навантажувач	Борекс 2206	диз. двиг. 57 кВт	-	7000	340	1	340
7. Навантажувач фронтальний	T156Б-09	диз. двиг. 127 кВт	-	10400	550	1	550
Всього	-	205 кВт	-	52400	5650	-	5650
Виготовлення брикетів							
Лінія виготовлення паливних брикетів	BUS-1000	125 кВт	1	30000	8800	1	8800
Всього	-	325 кВт	-	65000	14450		14460

3.4. Пропозиції щодо реалізації проекту зі створення діляниць виготовлення паливної тріски та паливних брикетів

Пропозиції щодо заходів реалізації проекту зі створення діляниць виготовлення паливної тріски та паливних брикетів наведені в таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.1 Заходи щодо реалізації проекту зі створення ділень виготовлення паливної тріски та паливних брикетів

№ п/п	Найменування заходу	Термін виконання	Вартість, тис. грн.	Процент від загальної вартості
		початок-закінчення		
1.	Вибір місця розташування, проектно-вишукувальні роботи, розробка проекту	2013 р.	2700	9,06
2.	Будівництво виробничих приміщень	2014 р.	11000	36,94
3.	Закупка технологічного обладнання, машин та механізмів	2012 р.	14450	48,54
4.	Розробка та виготовлення нестандартного (несерійного, допоміжного) обладнання	2012 р.	1200	4,03
5.	Відпрацювання технологічних процесів, встановлення їх оптимальних регламентів (параметрів і режимів) Введення в дію ділень виготовлення паливної тріски та паливних брикетів.	2012... 2013 рр.	420	1,41
	Всього	-	29770	100

Висновки

У процесі розробки проекту в частині створення ділень виготовлення паливної тріски та паливних брикетів була обґрунтована необхідність виготовлення паливних матеріалів із відходів деревини, вибрані технології та підібрані комплекти обладнання для виготовлення паливної тріски та паливних брикетів.

Слід відзначити, що прийнята виробничі площі, а також підібрані комплекси машин мають резерви за продуктивністю, а тому при освоєнні нових видів сировинних компонентів та в міру налагодження виробничого процесу обсяги річного виробництва паливної тріски можуть зрости до 15 тис. тонн і більше а паливних брикетів – до 7 тис. т/рік, що дасть змогу знизити собівартість продукції та підвищити рентабельність виробництва.

В подальшому необхідно здійснити проектування та реалізувати проект за пропозиціями, наведеними в табл. 3.4.1.

4. Економічна ефективність виготовлення компосту та паливних матеріалів

Розрахунок економічної ефективності реалізації проекту виготовлення компосту та паливних матеріалів (паливної тріски, паливних брикетів) наведений в додатку 2.

Зведені показники створення та господарської діяльності комплексу з перероблення деревинних та трав'янистих відходів зеленого господарства м. Києва на компост та паливі матеріали (паливну тріску і паливні брикети) наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Зведені показники створення та господарської діяльності комплексу з перероблення відходів зеленого господарства м. Києва

№/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
1	2	3	4
1	Виробнича потужність комплексу за видами продукції:		
	компост	тис. т/рік	30
	паливна тріска	тис. т/рік	5
	паливні брикети	тис. т/рік	5
2	Загальна кількість працюючих	чол.	30
3	Витрати на реалізацію проекту:		
	проектні, конструкторські, науково-дослідні роботи	млн. грн.	5440
	вартість будівництва виробничих будівель та споруд	млн. грн.	19354
	вартість технологічного обладнання, машин та механізмів	млн. грн.	19900
4	Річні експлуатаційні витрати	млн. грн.	3,9
5	Річні валові витрати	млн. грн.	6,9
6	Собівартість виробленої продукції (ринкова ціна):		
	компосту	грн./т	80 (12 0)
	паливної тріски	грн./т	170 (350)
	паливних брикетів	грн./т	440 (500)
7	Річний валовий дохід	млн. грн.	7,6
8	Рівень рентабельності загальний для комплексу	%	25
	виготовлення компосту	%	20
	виготовлення паливної тріски	%	30
	виготовлення паливних брикетів	%	25
9	Термін окупності капіталовкладень	років	8,2

ЛІТЕРАТУРА

1. Инструкция по полевому компостированию городского мусора для использования в качестве удобрения. МКХ РСФСР, АКХ им. К. Д. Памфилова. М.: ОНТИ АКХ, 1965, - 22 с.
2. Скворцов Л. С., Мирный А. Н., Варшавский В. Я. Сельскохозяйственное использование компоста, полученного из твердых бытовых отходов. Чистый город. № 2 (6), 1999, 2-6 с.
3. Абрамов Н. Ф., Кудинов В. И., Сметанин В. В., Соколов А. Д., Соломина И. И. Переработка и утилизация отходов зеленых насаждений. Чистый город, № 2 (14), 2001, 13-18 с.
4. Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляев В. М. Біотехнологія одержання органомінеральних добрив із вторинної сировини. Київ, «Фенікс», 2001 р., 204 с.
5. Шекель О.Й. Давиденко О.І Виготовлення компосту із відходів зеленого господарства та осадів стічних вод. Міське господарство України, № 3, 2002 р. , 46-47 с.

Додаток 1 Розрахунок ефективності виробництва компосту за варіантами обладнання

Розрахунок економічної ефективності виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод за варіантами комплексів обладнання виконаний у наступному порядку.

Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 4.6 і таблиці 4.7.

Таблиця 4.6 Загальні вихідні дані для економічного розрахунку виробництва компосту

№ з/п	Найменування показника	Умовне позначення	Одиниця фізичної величини	Значення показників
1.	Річне виробництво компосту	Кр.	тис. т	30
2.	Річна потреба в сировині: тонкомірне дерево (на тріску); гілки, трава, листя (на зелену масу); осади стічних вод, харчові відходи	Щр. Зр. Ор.	тис. т тис. т тис. т	4 8 18
3.	Відстань доставки сировини	L	км	10
4.	Кількість обслуговуючого персоналу	П	чол.	13
5.	Час робочої зміни	Ч	год.	8
6.	Коефіцієнт готовності машин і механізмів	Кзм.	-	0,9
7.	Річна кількість робочих днів	Др.	днів	180
8.	Норма амортизаційних відрахувань: для капітальних споруд; для технологічного обладнання; для мобільних машин.	Ак. Ам. Ат.	проц. проц. проц.	2,0 5,0 10,0
9.	Норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування обладнання та машин	Ар.	проц.	5
10.	Норма відрахувань на утримання будівель	Аб.	проц.	1
11.	Витрати дизпалива	Д	г.е.к.с./год.	185
12.	Вартість дизпалива	Цд.	грн./кг	10,0

Таблиця 4.7 Технологічні комплекси машин для виробництва компосту

Технологічна операція	Склад агрегату		Продуктивність, т/год.	Маса, кг	Ціна, тис. грн.	Кількість машин в варіантах технологій			
	машина	привід				I	II	III	IV
1. Завантаження трави, листя, лози, гілок в подрібнювач зеленої маси	ЕО-1624	Т-30А	15	3800	250	1	1	1	1
2. Подрібнення зеленої маси на січку	ИТР-80-1А	58 кВт	6	1760	210	1	1	1	1
3. Подрібнення деревини на тріску	МРД-3	35 кВт	3	2250	250	1	1	1	1
4. Змішування компонентів компостної маси	УКС-Ф-60	50 кВт	75	23000	1450	1	0	0	0
5. Перевезення компостної маси на майданчик компостування	2ПТС-4	-	-	1530	50	6	0	0	0
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	3	0	0	0
6. Формування стосів (буртів), аерація і перемішування стосів	СА-100	-	100	4000	140	1	0	0	0
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	1	0	0	0
7. Перевезення зеленої маси і щепки на майданчик компостування	2ПТС-4	-	-	1530	50	0	6	6	6
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	0	3	3	3
8. Змішування компонентів компосту і формування стосів	МПК-Ф-1	Т-181	140	4100	450	0	1	0	0
	-	-	-	6550	480	0	1	0	0
9. Змішування компонентів компосту і формування стосів	Т 150 Б-09	Т 156	50	1780	160	0	0	1	1
	-	-	-	6550	460	0	0	1	1
10. Аерація і перемішування стосів	СА-100	-	100	4000	140	0	1	1	1
	-	ЮМЗ-8040	-	3200	180	0	1	1	1
11. Завантаження компосту в транспортні засоби	Борекс-3106	спец. база	45	4500	340	1	1	1	1
12. Просіювання і затарювання компосту	ПБ-15	10 кВт	40	3000	250	1	1	1	1

Примітка: ціни на період жовтня 2006 р.

Сумарні капіталовкладення визначимо за залежністю:

$$K_c = K_b + K_T + K_m,$$

де K_b – вартість капітальних споруд;

K_T – вартість стаціонарного технологічного обладнання;

K_m – вартість мобільних машин та механізмів.

$$K_b = K_u + K_z + K_o + K_p + K_n,$$

де K_u – вартість приміщення переробного цеху (вар.1) або навісу (вар. 2 і 3);

K_z – вартість забетонованого майданчика;

K_o – вартість огорожі;

K_p – вартість супутніх робіт (адмінприміщення, вагова);

K_n – вартість проектування.

$$K_u = F_u \cdot C_m = 24 \cdot 36 \cdot 6000 = 5184200 \text{ (грн.)};$$

$$K_u = F_u \cdot C_m = 30 \cdot 40 \cdot 1400 = 1600000 \text{ (грн.)};$$

де F_u – площа цеху;

C_m – ціна будівництва 1 м² капітальної будівлі, $C_m = 6000$ грн.;

C_m – ціна будівництва 1 м² критого майданчика (під навісом) з твердим покриттям, $C_m = 1400$ грн

$$K_z = F_n \cdot C_n = 75 \cdot 100 \cdot 200 = 1500000 \text{ (грн.)},$$

де F_n – площа майданчика;

C_n – ціна (вартість створення) твердого покриття 1 м² майданчика, $C_n = 200$ грн.

$$K_o = L_o \cdot C_o = 1200 \cdot 43 = 51600 \text{ (грн.)},$$

де L_o – довжина огорожі;

C_o – вартість 1 м погонного огорожі, $C_o = 43$ грн.

Вартість супутніх робіт визначимо за залежністю:

$$Kp = 0,3 \cdot (K_{\text{ц}} + K_{\text{з}} + K_{\text{о}}).$$

Вартість проектування визначимо за залежністю:

$$Kn = 0,2 \cdot (K_{\text{ц}} + K_{\text{з}} + K_{\text{о}}).$$

Вартість стаціонарного технологічного обладнання та мобільних машин визначимо по залежності:

$$K = \sum_{i=1}^n C_i \cdot n_i$$

де C_i – ціна машини та обладнання певної марки;

n_i – кількість машин чи обладнання цієї марки.

Для першого варіанту технологічного комплексу машин:

$$K_{\text{б}1} = 5184 + 1500 + 52 = 6736 \text{ (тис. грн.)}; Kp = 0,3 \cdot 6736 = 2021 \text{ (тис. грн.)};$$

$$Kn = 0,2 \cdot 6736 = 1347 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{б}'1} = 6736 + 2021 + 1347 = 10104 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{т}1} = 210 + 250 + 1450 = 1910 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{м}1} = 250 + 50 \cdot 6 + 180 \cdot 3 + 140 + 180 + 340 + 250 + 1000 = 3000 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{с}1} = 10104 + 1910 + 3000 = 15014 \text{ (тис. грн.)}$$

Для другого варіанту:

$$K_{\text{б}2} = 1600 + 1500 + 52 = 3152; Kp = 0,3 \cdot 3152 = 946 \text{ (тис. грн.)};$$

$$Kn = 0,2 \cdot 3152 = 630 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{б}'2} = 3152 + 946 + 630 = 4728 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{т}2} = 210 + 250 = 460 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{м}2} = 250 + 50 \cdot 6 + 180 \cdot 3 + 450 + 480 + 140 + 180 + 340 + 250 + 1000 = 3930 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{с}2} = 4728 + 460 + 3930 = 9118 \text{ (тис. грн.)}$$

Для третього варіанту:

$$K_{\text{б}'3} = 4728 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{т}3} = 460 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{м}3} = 250 + 50 \cdot 6 + 180 \cdot 3 + 160 + 460 + 140 + 180 + 340 + 250 + 1000 = 3620 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{с}3} = 4728 + 460 + 3620 = 8808 \text{ (тис. грн.)}$$

Для першого варіанту технології:

$$З_{з1} = 180 \cdot 8 \cdot (2 \cdot 15 + 6 \cdot 10 + 5 \cdot 8) \cdot 2,0 \cdot 1,1 = 411840 \text{ (грн.)}$$

Для другого варіанту:

$$З_{з2} = 180 \cdot 8 \cdot (2 \cdot 15 + 5 \cdot 10 + 6 \cdot 8) \cdot 2,0 \cdot 1,1 = 405504 \text{ (грн.)}$$

Для третього і четвертого варіантів:

$$З_{з3} = З_{з4} = З_{з2} = 405504 \text{ (грн.)}$$

Вартість палива і мастильних матеріалів визначимо за залежністю:

$$З_n = \sum_{i=1}^n D_p \cdot \eta \cdot K_{зм} \cdot N_{Mi} \cdot q_i \cdot K_{Ni} \cdot C_{\partial} \cdot E$$

де N_{Mi} – потужність привідного двигуна мобільної машини;

q_i – питома витрата палива, $q_i = 185 \text{ г.е.к.с./год.}$;

K_N – коефіцієнт завантаження двигуна, $K_N = 0,5-0,9$;

E – коефіцієнт витрат на мастильні матеріали, $E = 1,1$.

Для першого варіанту технології:

$$З_{п1} = 180 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot (32 \cdot 0,5 + 3 \cdot 60 \cdot 0,7 + 60 \cdot 0,9 + 70 \cdot 0,8) \cdot 0,185 \cdot 10,0 \cdot 1,1 = 664621 \text{ (грн.)}$$

Для другого варіанту:

$$З_{п2} = 180 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot (32 \cdot 0,5 + 3 \cdot 60 \cdot 0,7 + 90 \cdot 0,7 + 60 \cdot 0,9 + 70 \cdot 0,8) \cdot 0,185 \cdot 10,0 \cdot 1,1 = 830778 \text{ (грн.)}$$

Для третього і четвертого варіантів:

$$З_{п3} = З_{п4} = 180 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot (32 \cdot 0,5 + 3 \cdot 60 \cdot 0,8 + 90 \cdot 0,9 + 60 \cdot 0,9 + 70 \cdot 0,9) \cdot 0,185 \cdot 10 \cdot 1,1 = 944182 \text{ (грн.)}$$

Вартість електроенергії визначимо за залежністю:

$$З_e = \sum_{i=1}^n Ч_p \cdot N_{ci} \cdot T$$

де $Ч_p$ – години робочого часу обладнання;

N_{ci} – потужність приводу;

T – тариф на електроенергію, $T = 1,0$ грн./кВт.год.

Для подрібнювача зеленої маси ИТР-80-1А:

$$Ч_p = \frac{8000}{6} = 1333 \text{ (год.)}$$

Для подрібнювача деревини:

$$Ч_p = \frac{4000}{3} = 1333 \text{ (год.)}$$

Для змішувальної установки УКС-Ф-60:

$$Ч_p = \frac{30000}{75} = 400 \text{ (год.)}$$

Для просіювача:

$$Ч_p = \frac{30000}{40} = 750 \text{ (год.)}$$

Для першого варіанту технології:

$$З_{e1} = (1333 \cdot 58 + 1333 \cdot 35 + 400 \cdot 50 + 750 \cdot 10) \cdot 1,0 = 151484 \text{ (грн.)}.$$

Для другого варіанту:

$$З_{e2} = (1333 \cdot 58 + 1333 \cdot 35 + 750 \cdot 10) \cdot 1,0 = 131483 \text{ (грн.)}.$$

Для третього та четвертого варіантів:

$$3e_3 = 3e_4 = 3e_2 = 131483 \text{ (грн.)}$$

Амортизаційні відрахування визначимо за залежністю:

$$3a = K'_6 \cdot A_k + K_m \cdot A_m + K_M \cdot A_M$$

Для першого варіанту технології:

$$3a_1 = 10104 \cdot 0,02 + 1910 \cdot 0,05 + 3000 \cdot 0,1 = 597,5 \text{ (тис. грн.)}$$

Для другого варіанту:

$$3a_2 = 4728 \cdot 0,02 + 460 \cdot 0,05 + 3930 \cdot 0,1 = 510,6 \text{ (тис. грн.)}$$

Для третього варіанту:

$$3a_3 = 4728 \cdot 0,02 + 460 \cdot 0,05 + 3620 \cdot 0,25 = 479,6 \text{ (тис. грн.)}$$

Для четвертого варіанту:

$$3a_4 = 303 \cdot 0,02 + 460 \cdot 0,05 + 3620 \cdot 0,1 = 391,1 \text{ (тис. грн.)}$$

Витрати на ремонт механізмів і утримання будівель визначимо по залежності:

$$3p = (K_m + K_M) \cdot A_p + K'_6 \cdot A_6$$

Для першого варіанту технології:

$$3p_1 = (1910 + 3000) \cdot 0,05 + 10104 \cdot 0,01 = 346,5 \text{ (тис. грн.)}$$

Для другого варіанту:

$$3p_2 = (460 + 3930) \cdot 0,05 + 4728 \cdot 0,01 = 266,8 \text{ (тис. грн.)}$$

Для третього варіанту:

$$Зр_3 = (460 + 3620) \cdot 0,05 + 4728 \cdot 0,01 = 251,3 \text{ (тис. грн.)}.$$

Для четвертого варіанту:

$$Зр_4 = (460 + 3620) \cdot 0,05 + 303 \cdot 0,01 = 234,3 \text{ (тис. грн.)}.$$

Вартість сировини визначимо за залежністю:

$$Зс = Кр \cdot L \cdot Ц_{км.} = 12000 \cdot 10 \cdot 1,0 = 120000 \text{ (грн.)},$$

де $Ц_{км.}$ – вартість 1 т.км. вантажоперевезень, $Ц_{км.} = 1,0$ грн.

Величину обов'язкових податків та непередбачуваних витрат визначимо за залежністю:

$$Зн = (Пп + Пк + Пз) \cdot Кн,$$

де $Пп$ – податок на заробітну плату, $Пп = Зз \cdot 0,4$;

$Пз$ – податок на землю, $Пз = Fз \cdot 100$;

$Кн$ – коефіцієнт непередбачуваних витрат, $Кн = 1,25$.

Для першого варіанту технології:

$$Зн_1 = (411840 \cdot 0,4 + 4,0 \cdot 100) \cdot 1,25 = 206425 \text{ (грн.)}.$$

Для другого варіанту:

$$Зн_2 = (405504 \cdot 0,4 + 4,0 \cdot 100) \cdot 1,25 = 203252 \text{ (грн.)}.$$

Для третього і четвертого варіантів:

$$Зн_3 = Зн_4 = Зн_2 = 203252 \text{ (грн.)}.$$

Тоді сумарні поточні витрати за варіантами технологій будуть такі:

$$Зт = Зз + Зп + Зе + За + Зр + Зс + Зн,$$

$$Зт_1 = 411,8 + 664,6 + 151,5 + 597,5 + 346,5 + 120,0 + 165,4 = 2498 \text{ (тис. грн.)}$$

$$Зт_2 = 405,5 + 830,8 + 131,5 + 510,6 + 266,8 + 120,0 + 162,9 = 2468 \text{ (тис. грн.)}$$

$$Зт_3 = 405,5 + 944,2 + 131,5 + 479,6 + 251,3 + 120,0 + 162,9 = 2535 \text{ (тис. грн.)}$$

$$З_{т4} = 405,5 + 944,2 + 131,5 + 391,1 + 234,3 + 120,0 + 162,9 = 2429 \text{ (тис. грн.)}$$

Собівартість виробництва 1 т компосту визначимо за залежністю:

$$C = \frac{З_m}{K_p}$$

Для 1-4 варіантів технологій, відповідно:

$$C_1 = \frac{2498}{30,0} = 83,27 \text{ (грн./т)}$$

$$C_2 = \frac{2468}{30,0} = 82,27 \text{ (грн./т)}$$

$$C_3 = \frac{2535}{30,0} = 84,50 \text{ (грн./т)}$$

$$C_4 = \frac{2429}{30,0} = 80,97 \text{ (грн./т)}$$

При доходності 30% ціна 1 т компосту складає за варіантами технологій, відповідно:

$$\Pi_1 = 83 \cdot 1,3 = 108 \text{ (грн./т)}$$

$$\Pi_2 = 82 \cdot 1,3 = 107 \text{ (грн./т)}$$

$$\Pi_3 = 85 \cdot 1,3 = 111 \text{ (грн./т)}$$

$$\Pi_4 = 81 \cdot 1,3 = 105 \text{ (грн./т)}$$

Таблиця 4.8 Порівняльні показники основних поживних речовин компосту і рослинного ґрунту (дерново-підзолистого глинистого)

Показники поживних речовин	Вміст, проц. (осереднені значення)	
	Компост	Рослинний ґрунт
Органічна речовина	30-35	10-20
Гумус	10-12	6-8
Азот	0,8-1,1	0,2
Фосфор	2,0-2,4	0,10-0,16
Калій	1,0-1,5	1,0-1,5

Прибуток, який можна отримати від виробництва і реалізації компосту, визначимо за залежністю:

$$\Pi_p = (\Pi - C) \cdot K_p \cdot K_k,$$

де K_k – коефіцієнт зменшення маси при компостуванні, $K_k = 0,8$.

Прибуток за варіантами технології складає, відповідно:

$$\text{Пр}_1 = (108 - 83) \cdot 30 \cdot 0,8 = 600 \text{ (тис. грн.)}$$

$$\text{Пр}_2 = (107 - 82) \cdot 30 \cdot 0,8 = 600 \text{ (тис. грн.)}$$

$$\text{Пр}_3 = (111 - 85) \cdot 30 \cdot 0,8 = 624 \text{ (тис. грн.)}$$

$$\text{Пр}_4 = (105 - 81) \cdot 30 \cdot 0,8 = 576 \text{ (тис. грн.)}$$

Термін окупності капіталовкладень визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{K_c}{\Pi_p + Z_a}$$

Термін окупності капіталовкладень за варіантами технологій наступний:

$$T_{o1} = \frac{15014}{600,0 + 597,5} = 12,54 \text{ (років),}$$

$$T_{o2} = \frac{9118}{600,0 + 510,56} = 8,21 \text{ (років),}$$

$$T_{o3} = \frac{8808}{624,0 + 479,56} = 7,98 \text{ (років),}$$

$$T_{o4} = \frac{4393}{576,0 + 391,06} = 4,53 \text{ (років).}$$

Техніко-економічний аналіз варіантів технологічних процесів і комплексів

Основні результати розрахунку економічної ефективності виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод з використанням чотирьох вказаних технологічних комплексів машин та обладнання наведені в табл. 4.9.

Як видно з таблиці 4.9, найнижча собівартість виготовлення компосту (81 грн./т) в четвертому варіанті, і при цьому найнижчі питомі капіталовкладення і найменший термін їх окупності (4,53 р.). Однак при цьому якість компосту є найнижчою. Трохи вища собівартість у другому варіанті (82 грн./т) а якість компосту буде хорошою. Враховуючи те, що при варіанті 2 якість компосту хороша, а собівартість також невисока, найбільш перспективним видається другий варіант.

Таблиця 4.9 Основні техніко-економічні показники різних технологій виробництва компосту з відходів зеленого господарства та осадів стічних вод

Варіанти технологічних комплексів (технологій)	Річне виробництво, тис. тон	Початкові капіталовкладення, тис. грн.		Питомі капіталовкладення, грн./т рік	Собівартість 1 т компосту, грн.	Якість вироблюваного компосту	Річний прибуток, тис. грн.	Термін окупності капітальних вкладень, років
		будівлі та споруди	машини та механізми					
1. З утриманням машин і виготовленням компосту в приміщенні і компостуванням на відкритому майданчику (з установкою УКС-Ф-60)	30,0	10104	4910	503	83	підвищена	600	12,54
2. З утриманням машин і виготовленням компосту на майданчику під навісом (з машиною МПК-Ф-1) і компостуванням на відкритому майданчику	30,0	4728	4390	304	82	хороша	600	8,21
3. З утриманням машин і виготовленням компосту на майданчику під навісом (бульдозером- навантажувачем) і компостуванням на відкритому майданчику	30,0	4728	4080	269	84	умовно хороша	624	7,98
4. З утриманням машин і виготовленням компосту на відкритому майданчику (бульдозером-навантажувачем)	30,0	303	4080	146	81	задовільна	576	4,53

Примітка: ціни взяті на період жовтня 2011 р.