

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту

Звіт

За результатами виконання експериментальної роботи

на тему: «Експериментальна робота з розробки проєкту міні лінії для
виробництва паливної тріски»

Полтава – 2024 року

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до звіту за результатами експериментальної роботи:
50 с., 18 рис., 5 табл., 3 додатків, 20 джерел.

Об'єктом дослідження технологічний процес виробництва паливної тріски.

Предмет дослідження – міні лінія по виробництву паливної тріски.

Метою проєкту є розробка проєкту міні лінії для виробництва паливної тріски.

Методи дослідження – аналіз, синтез, порівняння, узагальнення.

Результати розробки проєкту міні лінії для виробництва паливної тріски: складено технологічну карту міні лінії для виробництва паливної тріски; розроблено послідовність механізованих технологічних операції; обґрунтовано режим роботи подрібнювальної машини для виробництва паливної тріски; спроектовано етапи підготовки агрегату до роботи; Розроблено рекомендації з підготовки матеріалу до подрібнення і організації роботи з використанням машини для виробництва паливної тріски; представлена оцінка якості роботи міні лінії для виробництва паливної тріски; розроблено заходи з охорони праці та охорони навколишнього природного середовища; виконано техніко-економічне обґрунтування розробки.

Ступінь впровадження – результати роботи можуть бути використані при проектуванні міні лінії для виробництва паливної тріски у фермерському господарстві або в умовах особистого домогосподарства.

Галузь застосування – агропромислове виробництво [1].

В результаті впровадження результатів у виробництво очікується одержання чистого прибутку від реалізації паливної тріски в розмірі 830627,24 грн., що складає 69218,9 грн/місяць.

ПРОЕКТ, МІНІ ЛІНІЯ, ВИРОБНИЦТВО, ПОДРІБНЕННЯ, МАШИНА, ПАЛИВНА ТРІСКА, ОХОРОНА ПРАЦІ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні найбільше уваги сконцентовано навколо проблем екології та наслідків кліматичних змін – зменшення площ льодовиків, підвищення рівня світового океану, почастишали випадки сильних штормів, торнадо, деякі регіони страждають від рясних повеней. Ці зміни торкаються природи, а, отже, значною мірою впливають на життя, здоров'я та добробут людей.

За останнє тисячоліття накопичення парникових газів (вуглекислого газу, метану, озону і оксиду азоту) в атмосфері досягло межі, яка є безпрецедентною. Тому сьогодні науковці роблять наголос не на традиційні види палива, а на ефективне використання поновлюваних джерел енергії, нейтральних щодо парникових газів.

Відповідно до Директив Європейського парламенту та Ради Європи частка відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі країни має становити 20%, у т.ч. для потреб транспорту – до 10%.

Переваги нової політики відновлюваної енергетики, починаючи з дотримання нами екологічних зобов'язань задля майбутніх поколінь та закінчуючи соціально-економічними перевагами, дають поштовх для подальшого інноваційного розвитку без заподіяння шкоди навколишньому середовищу. Ефективне використання відновлюваних джерел енергії є цінністю для всього суспільства, зокрема тому, що надійне енергопостачання може сприяти значному покращенню рівня життя та зростанню економіки.

Таким чином, стимулювання правильної переробки відходів та розвиток відновлюваної енергетики є не тільки державним або світовим вектором розвитку, а й нашим спільним завданням для покращення життя.

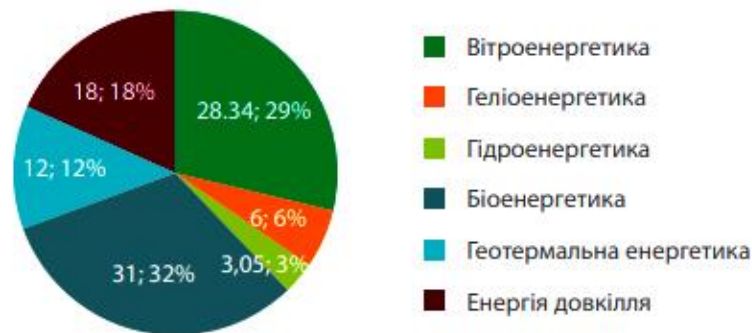
						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз основних можливостей для виробництва твердого біопалива в Україні

В Україні є значний потенціал видобутку енергії з відновлюваних джерел. Аналіз енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії представлено на рисунку 1.1.

Як бачимо із рисунка 1.1 біоенергетика є головним перспективним напрямком розвитку відновлюваної енергетики, оскільки її потенціал складає 32% від галузі відновлюваних джерел енергії в Україні [2]. Тому наступні дослідження спрямуємо на потенціал біоенергетики зокрема перетворення біомаси в енергію через процес згорання.



* млн т. н. е./рік

Рисунок 1.1. – Потенціал галузі відновлюваних джерел енергії в Україні

Аналіз країн Європи протягом останніх двадцяти років вказує на те, що частка відновлюваних джерел енергії у виробництві теплової енергії стрімко зростає, зокрема біопалива (пелети, тюки соломи, брикети, деревна тріска). На сьогодні в середньому в ЄС відсоток виробництва теплової енергії з біопалива становить понад 23%. В окремих країнах цей показник є значно вищим: у Швеції – 65%, у Литві – 61%, у Данії – 47%, в Австрії – 41%, у Фінляндії – 37%, у Латвії – 28%.

					Арк.
					7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

В Україні за даними досліджень Експертів Біоенергетичної асоціації енергетичний баланс складає (див. рис. 1.2) [3].

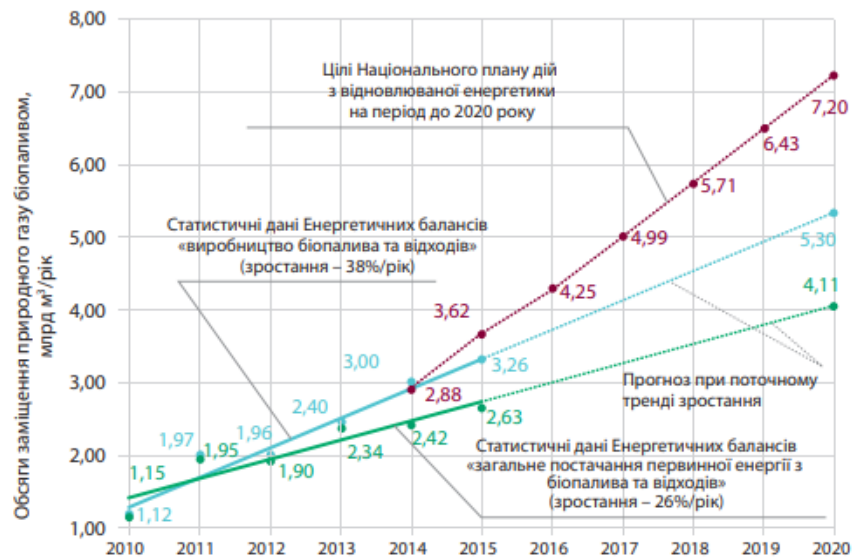


Рисунок 1.2. – Динаміка зростання біоенергетики в Україні

Як бачимо із рисунка 1.2 прослідковується різниця між виробництвом біопалива та відходів і постачанням первинної енергії з біопалива та відходів, тому виникає припущення, що різниця становить експорт біопалива за кордон України у вигляді пелет, тріски, дров та інших видів біопалива. Враховуючи складну ситуацію в країна ці ресурси, що експортуються, легко можуть бути залучені до використання на внутрішньому ринку України за умови створення для цього сприятливих умов.

Станом на 01.05.2016р. в Україні працювало 430 підприємств з виробництва тріски, пелет і брикетів. Близько 800 підприємств отримують тверде біопаливо як побічні відходи від головного виробництва, а саме – солому тюкову, дрова, тріску (див рисунок 1.3.) [4]

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Найменування продукції	Кількість, тис. т/рік
1. Пелета деревна	650
2. Брикет з деревини	170
3. Тріска	1 110
4. Дрова	1 800
5. Пелета із соломи	220
6. Пелета із соняшника	850
7. Брикет з агрокультур	95
8. Солома тюкована	300
Разом	5 185
або 17% від технічно досяжного потенціалу, який становить	30 млн т на рік
Виробничі потужності існуючих підприємств дають змогу виробляти близько	8–9 млн т на рік
Експорт твердого біопалива становить майже	2,2 млн т на рік
Споживання на внутрішньому ринку становить близько	3 млн т на рік
Дефіцит твердого біопалива в ЄС становить	3,5–4,8 млн т на рік
Середня ціна на тверде біопаливо в ЄС становить	154 євро/т
Середня ціна в Україні становить	1 400 грн/т

Рисунок 1.3. – Обсяги виробництва твердого біопалива в Україні

Отже, існують постійні можливості для організації системи збору та переробки біомаси на тріску. Але слід розробити технологію для логістичного спрощення транспортування біомаси до енергоспоживачів а також полегшити постачання біомаси до установок спалювання, де біомаса використовується для виробництва енергії. Водночас такий підхід повинен бути збалансований, прорахований та обґрунтований.

1.2 Аналіз використання деревної тріски в якості паливного матеріалу

Опалювальні котли для побутового призначення (діапазон потужності 15-50 кВт), що працюють з використанням деревної тріски, наразі на піку популярності в особистих домогосподарствах України. Спектр їх використання широкий: у комунальних підприємствах; у приватних будинках, у виробничих приміщеннях фермерських господарств, у зерносушильних установках господарств.

Тріска – з урахуванням невисокої собівартості, на сьогодні, утворює непогану альтернативу пелетам і брикетам. Використання тріски в якості

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паливного матеріалу дозволяє вирішити одну із основних екологічних проблем – утилізації відходів деревини. А сучасні технології та високий рівень автоматизації котлів забезпечують якісне, екологічно чисте спалювання цих відходів.

Транспортувати тріску на великі відстані економічно недоцільно – тріска втрачає привабливість як паливний матеріал і поступається іншим видам палива, наприклад пелетам, – за рахунок невеликої об’ємної ваги в порівнянні з деревними брикетами, та через високі транспортні витрати.

Закордонний досвід ФРН, Австрії та інших європейських країн, вказує на те, що котли в приватних, комунальних та індустріальних котельнях, встановлюють лише в будівлях, які розташовані поблизу гарантованих джерел сировини. У зв’язку з цим, існують державні та муніципальні програми, спрямовані на субсидування підприємств, що займаються ландшафтним доглядом, санітарною вирубкою дерев та чагарників у парках, національних заповідниках, вздовж автомобільних доріг та залізничних колій, розчищенням завалів у лісах після буревіїв. Паливна тріска, яку отримують із вище згаданої сировини, за рахунок державних дотацій, характеризується низькою собівартістю і тому використовується не лише в побутових цілях, а й навіть на регіональних теплових електростанціях.

Один із перспективний шляхів отримання паливної тріски є збільшення площ плантацій енергетичних культур, таких як енергетична верба, павловнія, тополя та ін.

Для отримання тріски високої якості відповідно до нових європейських норм класифікації на підприємстві, що виробляє паливо, необхідною умовою є сортування сировини, що надходить. Один із головних параметрів тріски – вологість. Наприклад, тріску вологістю до 30% можна зберігати на складі без ризику біологічного розкладання та втрати енергетичної цінності. Оскільки вологість свіжозрубаної деревини коливається від 50 до 60%, перед подрібненням сировину необхідно висушити до 30%. Важливим показником

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

на який значно впливає вологість є теплота згоряння (теплотворна здатність) тріски.

У Німеччині із загальної кількості встановлених побутових котлів потужністю до 50 кВт, які працюють на твердому біопаливі, лише 2,4% використовують в якості паливного матеріалу тріску. Але цей відсоток, за останні роки, має стрімку тенденцію до збільшення, зокрема й тому що вартість одного кіловата теплової енергії, виробленого з використанням пелет, на 30% нижча вартості одного кіловата тепла, виробленого з використанням вугілля чи природного газу. А вартість одного кіловата, отриманого при спалюванні тріски, є на 30% нижчою від спалювання пелет.

З проведеного аналізу можливостей використання матеріалів для опалювання в Україні, прослідковується схожа ситуація як і у країнах Європи. Одна із відмінностей, в Україні до паливної тріски, поки що, не застосовують жорсткі вимоги щодо сертифікації, на відміну від пелетів. Тріска відвантажується споживачам або насипом (в самоскиді), або упакованою в біг-беги. Вже з'явилися послуга відвантаження тріски спеціальним автотранспортом із пневматичним вивантажувальним шлангом у паливний склад.

Слід зазначити, що тріска, на відміну від пелет, інколи «зависає» у паливному складі чи в пристрої подачі, внаслідок чого перестає надходити в топку котла. Тому паливний бункер необхідно додатково оснащувати механізмом зрушування, хоча це ускладнює та здорожує конструкцію. Для того, щоб тріску можна було б використовувати в обладнанні з автоматичною подачею, вона повинна відповідати розмірам 5-50 мм.

В Україні в опалювальний сезон 2022-2023 років паливні гранули (пелети) з деревних відходів сосни на внутрішньому роздрібному ринку продавали за ціною від 7 до 14 тис. грн. за тону. Паливну тріску із сосни, в аналогічний опалювальний період, купували за ціною від 4 до 5 тис. грн. Якщо врахувати, що для отримання паливної тріски в невеликих обсягах, наприклад, для забезпечення сільської котельні або побутових котлів, немає

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності встановлювати дороге вартісне обладнання, як для виробництва тих самих пелет або брикетів, а цілком достатньо мобільної дробарки, яка працює від електроенергії, то використання тріски у приватному секторі (особистому домогосподарстві, фермерському господарстві, на дачі) досить актуальна тема для розробки міні лінії.

1.3 Характеристика вихідного матеріалу після подрібнення

На початку проєктування міні лінії по виробництві паливної тріски слід проаналізувати вимоги, що висуваються до подрібненого паливного матеріалу: форма; розмір частинок; порода деревини; вологість; теплотворність тріски та інші.

Якщо говоримо про використання подрібненої деревини як палива, то форма не має жодного значення, а розмір регламентується та ділиться на класи. Оскільки технічний регламент котлів для спалювання тріски передбачає певний гранулометричний склад в залежності від механізму завантаження. Шнековий механізм подачі тріски зазвичай блокується частинками тріски розміром більше 8 см., що призводить до аварійної зупинки механізму подачі. Тому, тріску необхідно просіювати на решетах відповідного розміру та калібру.

Порода деревини хоча й впливає на теплотворність, але не є принциповим показником в умовах сьогодення. Але вологість подрібненої тріски відіграє важливу роль при спалюванні і безпосередньо впливає на теплопровідність. Тому стандарт для тріски, що буде використана у якості паливного матеріалу, також містить обмеження по значеннях вмісту залишкової вологи.

У свою чергу, якість паливної тріски регламентується європейським стандартом DIN EN ISO 17225-4 [5], див. табл. 1.1.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Класифікація деревної тріски по розміру часток

Основний клас крупності ^a , мм		Вміст дрібних часток ($\leq 3,15$ мм), %	Вміст великих часток (в дужках – розмір часток), %	Максимальна довжина часток ^b , мм	Максимальна площа поперечного перерізу великих часток ^c , см ²
P16S	$3,15 < P \leq 16$	≤ 15	$\leq 6 (> 31,5 \text{ мм})$	≤ 45	≤ 2
P31S	$3,15 < P \leq 31,5$	≤ 10	$\leq 6 (> 45 \text{ мм})$	≤ 150	≤ 4
P45S	$3,15 < P \leq 45$	≤ 10	$\leq 6 (> 63 \text{ мм})$	≤ 200	≤ 6

^a Число в позначенні класу тріски (P-класу) відповідає розміру круглих отворів сита, через яке проходить частина палива, що дорівнює основному класу крупності, що визначається за ГОСТ 32989.1. Клас деревної тріски за розміром частинок встановлюють однозначно. З усіх можливих класів вибирають клас із найменшим числовим значенням.

^b Довжину та площу поперечного перерізу визначають тільки для частинок великого класу крупності. Якщо площа поперечного перерізу частинок деревної тріски $< 0,5 \text{ см}^2$, допускається не більше 2 шматків на 10 дм^3 проби, що перевищують максимальну довжину.

^c Для вимірювання площі поперечного перерізу шматків палива використовують прозорий шаблон з нанесеною на нього сіткою, площа клітин якої дорівнює 1 см^2 . Шматок палива поміщають позаду такого шаблону перпендикулярно його поверхні та візуально оцінюють площу перерізу шматка.

Технічні характеристики деревної тріски для промислового виготовлення представлені у вигляді таблиці А1. (Додаток А). В таблиці А.2 викладено детальний перелік характеристик деревної тріски за вимогами DIN EN ISO 17225-4. [5]

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.4 Висновки за розділом 1

Аналізуючи літературні джерела можна зробити наступний загальний висновок:

1. В Україні потенціал біоенергетики складає 32% від галузі відновлюваних джерел енергії.

2. Встановлено, що біопаливо (пелети, тюки соломи, брикети, деревна тріска) є ваговою часткою відновлюваних джерел енергії у виробництві теплової енергії, яка стрімко зростає.

2. Актуальним питанням, яке необхідно вирішити в дипломному проєкті є розробка міні лінії для виробництва паливної тріски з метою використання у приватному секторі (особистому домогосподарстві, фермерському господарстві, на дачі, та ін).

3. Пропонуємо врахувати в проєкті рівень забезпечення домогосподарства чи фермерського господарства трудовими ресурсами та технічними можливостями та запропонувати проєкт міні лінії для виробництва паливної тріски з оптимізацією під конкретні завдання енергонезалежності вищезгаданих об'єктів.

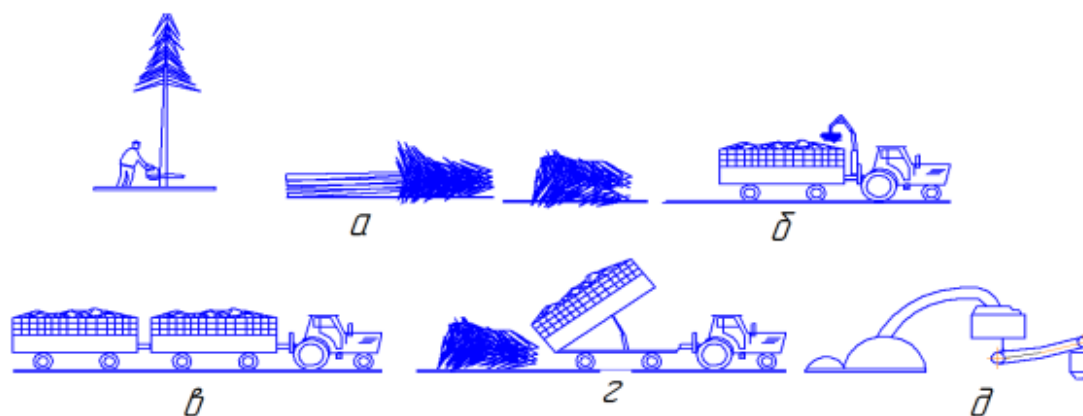
						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Етапи проєктної технології виробництва паливної тріски

На першому етапі проєктування розглянемо потенціал матеріалу для технологічної лінії, що проєктується. Потенційними замовниками проєктної міні лінії по виробництву паливної тріски розглядаються об'єднані територіальні громади, невеликі фермерські господарства та сусідські об'єднання домогосподарств. Отже потенційна сировинна баз знаходиться неподалік вище згаданих об'єктів. Як сировину під час виробництва паливної тріски пропонуємо використовувати гілки дерев: після санітарного спилювання; після розчищення лісосмуг; після повалення від буревіїв; після випилювання самосійних дерев поблизу доріг та лінії електромереж; розчищення присадибних ділянок, які не мають власника; розчищення схилів, пасовищ, ярів і балок від природньої порослі; та ін.

На другому етапі обираємо розташування виробництва. Приймаємо по проєкту виготовляти паливну тріски на терміналі стаціонарно (рис. 2.1).



а – спилювання та розкрязування дерева оператором; б – причіп 2 – ПТС-4, із механізмом самозавантаження; в – трактор МТЗ-82; г – вивантаження; д – подрібнювальна машина МП-100

Рисунок 2.1. – Технологія заготівлі низькоякісної деревини

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	15

Як показано на рисунку 2.1 технологія заготівлі низькоякісної деревини включає спилування бензиною пилкою «Хускварна» (рис. 2.1, а). Оператор вручну відокремлює сучки та гілки від стовбура сокирою чи бензиною пилкою. Гілки та сучки від стовбура переносяться вручну залучені робітники та формують в купи. З куп гілки та сучки завантажують маніпулятором у причіпи 2-ПТС-4 (рис. 2.1 б). По мірі заповнення, причепа зчіплюють по два формуючи состав, агрегують із трактором МТЗ-82 та транспортуються на термінал переробної мін лінії (рис. 2.1, в). Розвантаження причепів здійснюється перекиданням кузовів уздовж майданчика для сортування, за напрямком фронту стрічкового транспортера, що подає (рис. 2.1, г). Сортування гілкового матеріалу проводиться вручну за діаметром нижньої частини гілки, що не повинне перевищувати 80 мм. Більший розмір відсортовується на дрова. Від основної частини гілки при сортуванні відрізаються бокові гілки, які складають окремо. Складуванням проводять за фракціями в одному напрямку за напрямком фронту стрічкового транспортера. Завантаження транспортера гілками проводиться робітниками вручну. Вся маса лісосічних залишків (гілок, сучків та вершин) подрібнюється на подрібнювальна машина МП-100 (рис. 2.1, д).

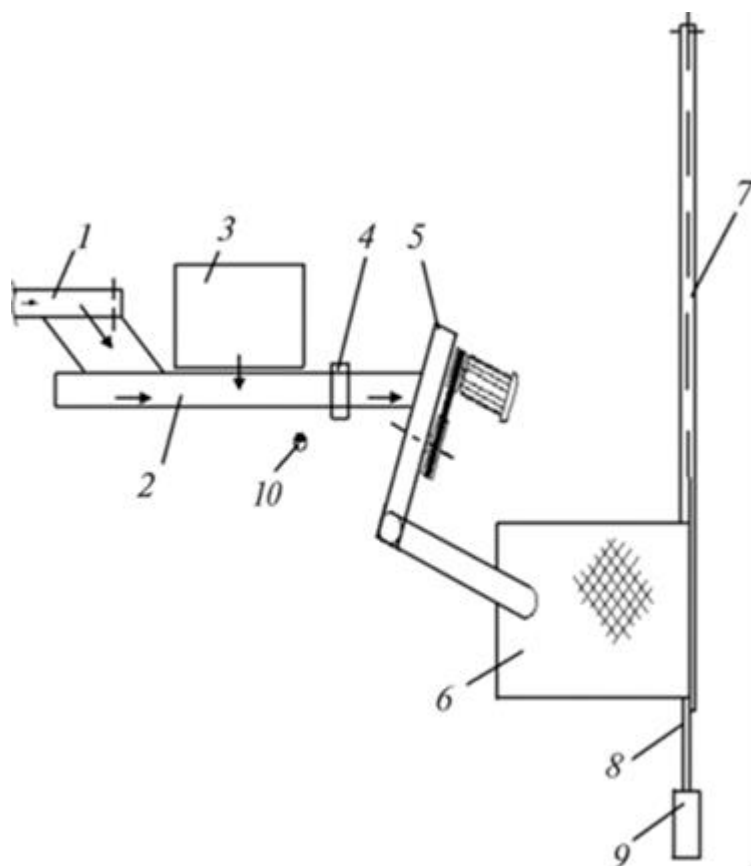
Запропоновану технологічну міні лінію для виготовлення паливної тріски на основі потокової схеми з елементами комбінованої представлено (рис. 2.2) [6, 7].

Тріска транспортером направляється в бункер і далі на склад зберігання тріски для подальшого відвантаження споживачеві. Така технологія дозволяє отримувати, крім дров, вторинну сировину – тріску.

Лінія представлена на рис. 2.2 працює наступним чином. Відходи рухають стрічковим транспортером 1 з кагату або накопичувача 3 на завантажувальний транспортер 2. Над завантажувальним транспортером 2 змонтований магнітний металошукач 4, що витягує металеві включення з

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

відходів. Механізм подачі подрібнювальної машини 5 складається з двох рухомих горизонтальних барабанів.



1 – стрічковий транспортер; 2 – завантажувальний транспортер; 3 – майданчик-накопичувач; 4 – металошукач; 5 – подрібнювальна машина; 6 – сортувальне решето паливної тріски; 7 – транспортер подачі тріски на склад; 8 – транспортер видалення відсіву тріски; 9 – стрічковий навантажувач; 10 – пульт керування

Рисунок 2.2. – Технологічна міні лінія для виготовлення паливної тріски

Отримана тріска від подрібнювальної машини 5 надходить на сортувальне решето. З сортування кондиційна тріска транспортером 7 рухається на склад. Відсів тріски (велика фракція) видаляється транспортером 8 за допомогою стрічкового навантажувача 9.

Технологія виробництва паливної тріски залежить від умов виробництва та продуктивності технологічної лінії.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.2 Розрахунок продуктивності подрібнювальної машини

Продуктивність малогабаритного подрібнювача гілок дерев визначаємо за формулою

$$P_{МП-100} = \frac{((T - t_{n-3}) \cdot \varphi_1 \cdot V_B)}{\frac{10^4 \cdot V_B}{S \cdot q \cdot i \cdot k} \cdot \frac{a}{V_{ДВ}} + \frac{10^4 \cdot V_B}{S \cdot q \cdot i \cdot k} \cdot (t_2 + \frac{S \cdot q \cdot i \cdot k}{10^4 \cdot l \cdot b \cdot h \cdot x \cdot n \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3} + t_3)}, \quad (2.1)$$

де T – тривалість робочої зміни, с;

t_{n-3} – час на проведення підготовчо-заключних робіт, с;

φ_1 – коефіцієнт використання робочого часу;

V_B – об'єм бункера-накопичувача для паливної тріски, м³;

S – площа ділянки з якої проводитиметься заготівля гілок, м²;

q – залишковий запас деревини на 1 га, м³;

i – інтенсивність вирубування деревини, що залежить від виду деревини та технології її вирубування;

k – коефіцієнт, що враховує, яка частина дерева призначена для переробки на тріску;

a – середня відстань від накопичувача до подрібнювальної машини, м;

$V_{ДВ}$ – швидкість подачі транспортера гілок до подрібнювача, м/с;

t_2 – час на розгін подрібнювальної машини, с;

l – довжина тріски, м;

b, h – ширина і висота приймального бункера подрібнювальної машини, відповідно, м;

x – кількість ножів на диску подрібнювальної машини;

n – частота обертання диска подрібнювальної машини, с⁻¹;

φ_1 – коефіцієнт використання робочого часу подрібнювальної машини;

φ_2 – коефіцієнт використання механізму подачі гілок до подрібнювальної машини, м;

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

φ_3 – коефіцієнт щільності матеріалу, що подається до подрібнювальної машини;

t_3 – час подрібнення та вивантажування тріски після припинення подачі матеріалу, с;

Прийнявши для розрахунку дані проєктного виробництва та використавши конструктивні значення обраної подрібнювальної машини, визначаємо її продуктивність [8]:

$$P_{МП-100} = \frac{((28800 - 1800) \cdot 0,9 \cdot 10)}{\frac{10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 0,6} \cdot \frac{10}{1} + \frac{10^4 \cdot 10}{1000 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 0,6} \cdot (120 + \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{10^4 \cdot 0,05 \cdot 0,08 \cdot 0,08 \cdot 3 \cdot 1500 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1} + 180)} = \frac{243000}{5,2 \cdot 10 + 5,2 \cdot (120 + 0,21 + 180)} = \frac{243000}{52 + 1561} = 151 \text{ м}^3 / \text{м} = 1,51 \text{ м}^3 / \text{см}.$$

Визначаємо продуктивності та ступеня подрібнення матеріалу гілок дерев малогабаритного подрібнювача МП-100. Послідовність розрахунків наступна:

а) продуктивність малогабаритного подрібнювача гілок дерев визначаємо за рівнянням:

$$Q = \frac{G}{t} \text{ кг/с}, \quad (2.2)$$

де G – вага порції подрібненого матеріалу, кг;

t – тривалість подрібнення, с.

$$Q = \frac{35}{833} = 0,042 \text{ кг/с}$$

б) визначаємо ступінь подрібнення гілок дерев за формулою:

$$\lambda = \frac{m}{M}, \quad (2.3)$$

де m – вага гілки дерева до подрібнення m , г;

M – модуль помелу, г:

$$M = \frac{5,0 \cdot P_0 + 10,0 \cdot P_1 + 20,0 \cdot P_2 + 30,0 \cdot P_3 + 40,0 \cdot P_4 + 50,0 \cdot P_5}{100}, \text{ г} \quad (2.4)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де P_0 – вага фракції менше 5 мм, г;

P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – вага фракцій на решетах з отворами 10, 20, 30, 40, 50 мм, г;

10, 20, 30, 40, 50 – середній розмір отворів на решетах, мм.

$$M = \frac{5,0 \cdot 0,01 + 10,0 \cdot 0,03 + 20,0 \cdot 0,08 + 30,0 \cdot 0,16 + 40,0 \cdot 0,29 + 50,0 \cdot 0,43}{100} = 398,5 \text{ г.}$$

Отже, визначемо ступінь подрібнення гілки дерева

$$\lambda = \frac{1000}{398,5} = 2,51$$

Коефіцієнт варіації визначаємо за формулою:

$$\nu = \frac{\sigma}{M} \cdot 100, \% , \quad (2.5)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення, мм;

$$\nu = \frac{35,9}{398,5} \cdot 100, \% = 9$$

Питому енергомісткість з урахуванням досягнутого ступеня подрібнення та рівномірності фракційного складу кінцевого продукту визначаємо за формулою [8]:

$$E = \frac{3 \cdot \eta \cdot (N_{p.x.c.p.} - N_{x.x.})}{Q \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \cdot 3600}, \text{ Вт} \cdot \text{год.} / \text{кг} \quad (2.6)$$

де η – к.к.д., що враховує втрати потужності при передачі приводу на ведений диск подрібнювача, $\eta = 0,7 \dots 0,8$.

$$E = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot (2000 - 200)}{0,042 \cdot 2,51 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) \cdot 3600} = 12,51 \text{ Вт} \cdot \text{год.} / \text{кг}$$

Результати розрахунків продуктивності і ступеня подрібнення гілок дерев малогабаритним подрібнювачем заносимо до таблиці 2.1.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 Результати розрахунків показників подрібнення гілок дерев на малогабаритному подрібнювачі

Порода деревини	Тип подрібнювача	Модуль помелу $M, \text{г}$	Коефіцієнт варіації $\nu, \%$	Продуктивність подрібнювача $Q, \text{кг/с}$	Ступінь подрібнення $\lambda,$	Питома енергомісткість $E, \text{Вт} \cdot \text{год.} / \text{кг}$
клен	МП-100	398,5	9	0,042	2,51	12,51

2.3 Розрахункова частина ресурсного потенціалу сировини

Визначено об'єм сировини, яку плануємо заготовляти в зимовий період $Q_{зим}, \text{м}^3$, за умови, що взимку спилюватимемо до 70% деревини (деревина, яка наготовляється влітку має велику кількість листків, що не бажано до використання в технологічній лінії виробництва паливної тріски):

$$Q_{зим} = Q_{вируб} \cdot 0,7 \quad (2.7)$$

де $Q_{вируб}$ – об'єм планового вирубування, м^3 ;

$$Q_{зим} = 1440 \cdot 0,7 = 1008 \text{м}^3$$

Визначимо кількість відходів по кожній породі деревини у відповідності до відсоткового співвідношення формули лісонасаджень скориставшись даними таблиці 2.2.

Висуємо припущення, що кожна порода деревини в об'ємному та ваговому співвідношенні в рівних частинах планується до використання в якості сировини для технологічної міні лінії для виробництва паливної тріски.

Враховуємо відходи, тонко-вимірна деревина, частини стовбура, гілки та сучки, кора та листки. Дрова паливні та колоди технічні до розрахунку не приймаємо. Формуємо таблицю 2.3, та визначаємо суму відходів (ресурсний потенціал сировини) в м^3 .

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Відсотковий вихід деревної маси, %

Породи деревини, які ростуть в Полтавському регіоні	Дрова паливні	Колоди технічні	Відходи	Тонко-вимірна деревина	Обломки стовбура	Гілки та сучки	Кора	Тонкі гілки
Дуб, клен	23,4	-	0,6	1,4	2,2	7,2	1,3	0,7
Ясен	17,4	-	2,2	0,3	1,6	4,7	2,9	0,5
Вільха	27,1	-	4,0	3,3	3,3	5,5	1,8	0,8
Сосна	12,3	10,2	0,7	4,1	4,1	4,2	1,1	0,6
Осика, липа	29,0	10,2	1,4	3,8	7,0	6,4	2,0	0,8

Таблиця 2.3 – Ресурсний потенціал сировини для подрібнення в м³

Породи деревини, які ростуть в Полтавському регіоні	Дрова паливні	Колоди технічні	Відходи	Тонко-вимірна деревина	Обломки стовбура	Гілки та сучки	Кора	Тонкі гілки
Дуб, клен	47,0	-	1,2	2,8	4,4	14,5	2,6	1,4
Ясен	35,1	-	4,4	0,6	3,2	9,5	5,8	1,0
Вільха	54,6	-	8,1	6,7	6,7	11,1	3,6	1,6
Сосна	24,8	20,6	1,4	8,3	8,3	8,5	2,2	1,2
Осика, липа	58,5	20,6	2,8	7,7	14,1	12,9	4,0	1,6
Разом	220,0	41,2	17,9	26,1	36,7	56,5	18,2	6,8

Проаналізувавши дані таблиці 2.3, можна зробити наступний висновок про ресурсний потенціал проектного виробництва паливного матеріалу:

- Дрова паливні – 220 м³;
- Колоди технічні – 41,2 м³;
- Відходи для подрібнення на паливну тріску разом – 162,5 м³.

Враховавши середню щільність відходів при вологості 33...50%, приймаємо 710 кг/м³, отримаємо $P_M = 162,5 \cdot 710 = 115375 \text{ кг}$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2.4 Розрахунок потокової технологічної лінії виготовлення паливної тріски

Розробка схеми (див. рис. 2.3) технологічного процесу виготовлення паливної тріски дає змогу уявити перелік та марки машин, їх взаємодія між собою та дозволяє перейти до розрахунку. Визначення продуктивності поточкових технологічних ліній, необхідної кількості машин та допоміжного обладнання.

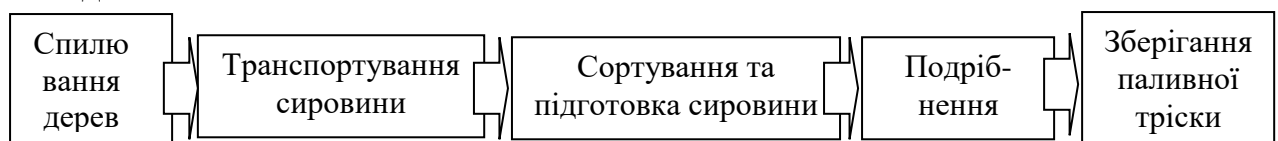


Рисунок 2.3 – схема технологічного процесу виготовлення паливної тріски

В загальному продуктивність технологічної міні лінії виготовлення паливної тріски можна виразити рівнянням:

$$W_{m.l} = \frac{P_M}{t \cdot \tau}, \text{ кг} / \text{год} \quad (2.8)$$

де P_M – вага відходів для подрібнення, кг;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,7 - 0,95$;

t – час роботи технологічної лінії, год.

$$W_{m.l} = \frac{115375}{855 \cdot 0,9} = 150 \text{ кг} / \text{год}$$

Продуктивність транспортування сировини до місця сортування та подрібнення визначаємо за формулою [9, 10]:

$$W_{\text{транспортування}} = \frac{V_k \cdot \varepsilon \cdot \rho}{t_u} \text{ кг} / \text{год}, \quad (2.9)$$

де V_k – місткість причепа 2-ПТС-4 $V_k = 5,6 \text{ м}^3$;

ε – коефіцієнт, який враховує заповнення причепа вантажем, $\varepsilon = 0,75 \dots 0,85$;

ρ – навантажувальна щільність гілок дерев, $\rho = 710 \text{ кг} / \text{м}^3$;

t – час циклу транспортування, год.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час циклу транспортування сировини визначаємо за формулою [9, 10]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{р.в}} + t_{\text{вив}} + t_{\text{р.х}}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{н}}$ – час завантаження причепа гілками, год;

$t_{\text{р.в}}$ – час руху з вантажем, год;

$t_{\text{вив}}$ – час вивантажування гілок, год;

$t_{\text{р.х}}$ – час руху без вантажу (холостий рух), год.

$$t_{\text{ц}} = 0,75 + 0,25 + 0,08 + 0,22 = 1,3 \text{ год}$$

$$W_{\text{транспортування}} = \frac{5,6 \cdot 0,85 \cdot 710}{1,3} = 2599 \text{ кг / год},$$

Продуктивність сортування та підготовки сировини до подрібнення визначаємо:

$$W_{\text{сортування}} = \frac{P_{\text{сортування}}}{t_{\text{сортування}}} \text{ кг / год}, \quad (2.11)$$

де $P_{\text{сортування}}$ – вага відходів для сортування, кг;

$t_{\text{сортування}}$ – час, який необхідно витратити для сортування та підготовки гілок перед подрібненням, год.

$$W_{\text{сортування}} = \frac{2599}{4} = 649 \text{ кг / год},$$

Продуктивність машини для подрібнення гілок визначаємо:

$$W_{\text{подрібнювача}} = \frac{P_{\text{матеріалу}}}{t_{\text{подрібнення}}} \text{ кг / год}, \quad (2.12)$$

де $P_{\text{матеріалу}}$ – вага матеріалу для подрібнення, кг;

$t_{\text{подрібнення}}$ – час, який необхідно витратити для подрібнення, год.

$$W_{\text{подрібнювача}} = \frac{2599}{17,3} = 150 \text{ кг / год},$$

Визначаємо місткість сховища для накопичення та зберігання паливної тріски із формули.

$$W_{\text{подрібнення}} = \frac{V_{\text{сховища}} \cdot \varepsilon \cdot \rho}{t_{\text{подрібнення}}} \text{ кг / год}, \quad (2.13)$$

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $V_{\text{сховища}}$ – місткість сховища м^3 ;

ε – коефіцієнт, який враховує заповнення сховища, $\varepsilon = 0,75..0,85$;

ρ – навантажувальна щільність паливної тріски, $\rho = 187 \text{ кг} / \text{м}^3$;

t – час подрібнення, год.

$$V_{\text{сховища}} = \frac{W_{\text{подрібнення}} \cdot t_{\text{подрібнення}}}{\varepsilon \cdot \rho} \text{ м}^3, \quad (2.14)$$

Отримаємо: $V_{\text{сховища}} = \frac{150 \cdot 17,3}{0,85 \cdot 187} = 16,3 \text{ м}^3$, приймаємо 17 м^3 .

Машини та обладнання для технологічної міні лінії по виробництву паливної тріски повинні забезпечувати непереривність її роботи, а також виготовлення паливної тріски в визначені терміни та заданого об'єму.

Машини та обладнання підбираємо для кожної операції у відповідності до схеми технологічного процесу.

Правильне комплектування технологічної лінії машинами за їх продуктивністю виконується за умови дотримання умови потокової лінії:

$$W_1 \leq W_2 \leq \dots \leq W_n, \quad (2.15)$$

де $W_1, W_2 \dots W_n$ – відповідно продуктивність 1-ї, 2-ї та $n-i$ машини лінії, $\text{кг}/\text{год}$.

Виконаємо перевірку:

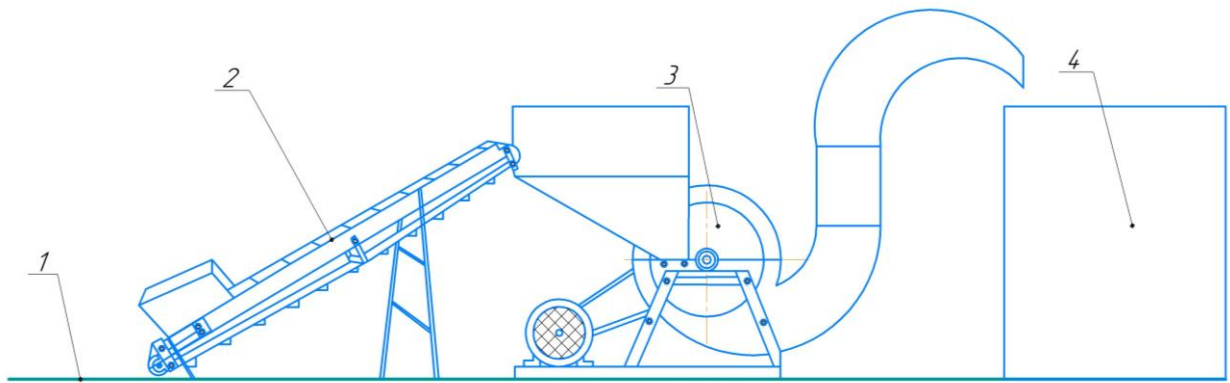
$$W_{\text{транспортування}} = 2599 \text{ кг} / \text{год} \geq W_{\text{сортування}} = 649 \text{ кг} / \text{год} \geq W_{\text{подрібнення}} = 150 \text{ кг} / \text{год},$$

Отже, для дотримання умови потокової лінії приймаємо операції транспортування та сортування, як такі, що виконуються заздалегідь окремо з метою накопичення сировини для подрібнення. За такої умови транспортування за одну робочу зміну забезпечить 15594 кг сировини, яка буде відсортована та підготовлена до подрібнення за 24 години (три робочі зміни). Лише після виконання цих умов можна запускати лінію подрібнення яка працюватиме 104 години (тринадцять робочих днів) виготовляючи паливну тріску. В результаті отримаємо 2916 м^3 паливної тріски, яку потрібно вивозити із сховища кожні $17,6$ годин, тобто кожні два дні.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Підбір обладнання та комплектування лінії

За умови дотримання вище згаданих умов у п. 2.4 буде забезпечена безперебійна робота міні лінії з виробництва паливної тріски. Представимо потоково-технологічну міні лінію по виготовленні паливної тріски на рис. 2.3.



1 – майданчик для сортування та підготовки сировини; 2 – стрічковий транспортер з бортами; 3 – малогабаритний подрібнювач; 4 – накопичувач

Рисунок 2.3. – Потоково-технологічна міні лінія по виготовленні паливної тріски

При виготовленні паливної тріски, міні лінія буде складатися із майданчика для сортування та підготовки сировини (МС та ПС), стрічковий транспортер (СТ), малогабаритний подрібнювач гілок дерев (МП), бункер-накопичувач (БН) (рис. 2.3) [11].

За умови дотримання представленої послідовності змонтованого обладнання, міні-лінія буде працювати безперебійно.


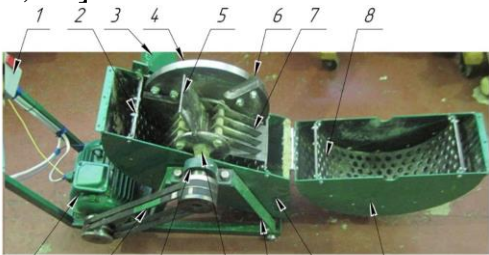

Правильність комплектування міні-лінії для виготовлення паливної тріски можна описати у вигляді рівняння:

$$W_{(МСтаПС)} \leq W_{(СТ)} \leq W_{(МП)} \leq W_{(БН)}, \quad (2.16)$$

З урахуванням рівняння 2.16 обираємо обладнання та зводимо його у таблицю 2.4. [12]

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.4. – Підбір обладнання для міні-лінії виготовлення паливної тріски

Схема конструкції	Особливості конструкції	Питоме енергоспоживання, кВт год/т	Продуктивність, кг/год
<p>1. Стрічковий транспортер з бортами</p> 	<p>Максимальний кут нахилу 0...70 град.</p>	<p>0,02...0,13</p>	<p>120...160</p>
<p>2. Малогабаритний подрібнювач [13, 14]</p>  <p>1 – пульт керування; 2 – планка кріплення решета; 3 – завантажувальний бункер; 4 – диск кріплення ножів; 5 – лопаті вентилятора; 6 – різальний ніж; 7 – подрібнювальні молотки; 8 – решето; 9 – верхній кожух; 10 – нижній кожух; 11 – рама; 12 – робочий вал; 13 – опорний підшипник; 14 – клинопасова передача; 15 – електродвигун.</p>	<p>Ступінь подрібнення 2,51</p>	<p>0,12...0,15</p>	<p>150...180</p>
<p>3. Бункер-накопичувач</p> 	<p>Місткість сховища 25 м³</p>	<p>0,02...0,13</p>	<p>Продуктивність вивантаження 40000</p>

2.6 Оцінка якості роботи потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски

Контроль роботи виконується у два етапи:

Перший етап – проводиться постійно під час роботи. Його здійснює оператор потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски.

Відсутність не подрібнених, пропущених гілок – не допускаються.

Надходження тріски в бункер-накопичувач. Стан тріски в бункері [15, 16]:

- багато видовженої тріски – перевірити стан решета;
- тирса в бункері – збільшити оберти вентилятора;

Налипання тріски на корпус подрібнювача – перевірити вологість сировини для завантажування. Рваний зріз деревини – відрегулювати зазор між ножами та протирізальною пластиною (норма 1..1,5мм) або провести загострення різальних ножів.

Другий етап – проводить завідувач виробництвом потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски, після виконання операції після завершення зміни. На цьому етапі перевіряють: стан різальних елементів машини, якість подрібненого матеріалу гілок дерев.

2.7 Висновки за розділом 2

У другому розділі розроблена технологічна карта на виготовлення паливної тріски. Детально спроектована потоково-технологічна міні лінія по виготовленні паливної тріски, а також обґрунтований режим роботи кожної з машин. Звертається увага на підготовку сировини для подрібнення та відповідного агрегатів перед роботою. І розглядається оцінка якості проведення технологічної операції виготовлення паливної тріски.

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

3.1 Рекомендації з охорони праці

При виробництві паливної тріски застосовуються трактори з причепами та технологічні машини.

Тому при застосуванні техніки виникають шкідливі та небезпечні фактори, які в певних ситуаціях можуть призвести до нещасних випадків у вигляді травми, а то і загибелі людини [17].

Основні шкідливі та небезпечні фактори, які можуть виникнути при використанні машин: обертові вали та деталі машин, гострі робочі органи машин (ножі, протирізальні пластини), гарячі деталі двигунів машин, ходові системи машин, гідравліка машин, паливно-мастильні матеріали, відпрацьовані гази двигунів, технологічні матеріали (тріска).

Аналізуючи причини пожеж, що виникали на підприємствах з обробки деревини, виробництва паливної тріски, нескладно зробити висновки, що ідеальним рішенням, якого слід прагнути, є мінімізація пожежного навантаження навколо робочих місць, та усунення можливих джерел займання.

Пожежна безпека потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски.

Основними завданнями, що стоять перед власниками міні лінії по виготовленні паливної тріски є:

- Встановити у виробничих, адміністративних, складських, допоміжних приміщеннях та на території підприємства суворий протипожежний контроль та дотримання інженерно-технічними працівниками та обслуговуючим персоналом вимог правил охорони праці.

- Регулярне навчання працівників, чергового персоналу, співробітників охорони, заходам протипожежної безпеки, діям під час пожежі.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Забезпечити надійний захист електропроводки та електрообладнання від механічних пошкоджень (все електрообладнання повинно бути закритого або пилонепроникного виконання).

- Зберігати сировину, напівфабрикати, тару, паливо та відходи на спеціально відведених майданчиках.

- Підтримувати протипожежний стан як на території підприємства, так і всередині виробничих цехів, складів, у тому числі своєчасно прибирати, вивозити деревні відходи, заборонити паління по всій території виробничого об'єкта.

- Контролювати та своєчасно виявляти місця займання як із використанням автоматичних пристроїв сигналізації, гасіння пожеж, так і за допомогою централізованої системи відео контролю, регулярних обходів території, будівель працівниками охорони у нічний період.

- Обмеження можливого поширення вогню, отруйних димових продуктів усередині виробничих, складських будівель шляхом влаштування протипожежних стін, перегородок із заповненням будівельних проходів у них вогнестійкими воротами, дверима, люками (відокремлювати склади готової продукції та виробничих цехів).

- Забезпечити розробку та впровадження сучасних організаційних та технічних рішень, спрямованих на зниження вибухо-пожежної небезпеки виробництва.

Крім того, відповідальному за пожежну безпеку підприємства, призначеному наказом керівника, слід розрахувати необхідну кількість пожежного інвентарю – шаф, щитів, ящиків із піском, ручного інструменту, переносних, пересувних повітряно-пінних, вуглекислотних, порошкових вогнегасників; придбати та розставити у доступних місцях згідно з правилами.

З метою запобігти негативної, шкідливої, а то і небезпечної дії при використанні машин на потоково-технологічній міні лінії по виготовленні паливної тріски, необхідно дотримуватися наступних вимог безпеки праці:

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Не можна допускати дітей до роботи з подрібнювачем та підпускати до зони роботи агрегатів потоково-технологічної міні лінії.

2. Для роботи з подрібнювачем потрібно носити відповідний захисний одяг: міцне взуття (забороняється носити сандалі, або відкрите взуття, а також працювати босоніж) і захисні окуляри. Заборонено вдягати вільний одяг, частини якого можуть потрапити в рухомі частини пристрою.

3. Під час роботи рекомендовано носити пилозахисний респіратор. Деревний пил є канцерогеном та здатний викликати важкі респіраторні захворювання.

4. Під час роботи з обладнанням потоково-технологічної міні лінії завжди носіть шумозахисні навушники або беруші. Шум під час роботи подрібнювача може призвести до незворотної втрати слуху.

5. Перед початком роботи необхідно переконатись, що у робочій зоні потоково-технологічної міні лінії немає сторонніх осіб.

6. Необхідно зберігати стійке положення тіла і рівновагу під час запуску або роботи з обладнанням потоково-технологічної міні лінії. Не можна нахилятись прямо над машинами.

7. Робота з обладнанням потоково-технологічної міні лінії дозволяється лише при денному світлі.

8. Не допускається робота з обладнанням потоково-технологічної міні лінії в стані алкогольного сп'яніння.

9. Перед запуском потоково-технологічної міні лінії необхідно переконатись, що в барабані подрібнювача немає сміття.

10. Необхідно тримати руки і ноги на безпечній відстані від рухомих частин машин потоково-технологічної міні лінії, особливо завантажувального бункера подрібнювача; триматися на безпечній відстані від вивантажувального вікна подрібнювача.

11. Усе обладнання потоково-технологічної міні лінії монтуємо на твердій, рівній поверхні для забезпечення стійкого положення.

12. Дотримуватись обмежень щодо діаметру сучків і гілок дерев.

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Не можна залишати увімкненою потоково-технологічну міні лінію без нагляду. Перш ніж покинути робочу зону, необхідно обов'язково вимкнути двигуни, дочекатися повної зупинки машин.

14. Не можна допускати скупчення сировини в зоні розвантаження або камері подрібнення.

15. Не можна допускати скупчення сировини навколо двигуна під час роботи подрібнювача. Це може призвести до перегріву двигуна та пожежі.

16. Заборонено переміщати подрібнювач в процесі роботи. Це може призвести до перекидання агрегату, а спроби утримати від перекидання можуть призвести до потрапляння рук у рухомі частини подрібнювача.

17. Заборонено використання обладнання потоково-технологічної міні лінії у разі появи незвичного шуму або вібрації. Необхідно негайно вимкнути двигуни, дочекатися повної зупинки ротора і від'єднати подрібнювач від електромережі. Далі оглянути подрібнювач на наявність пошкоджень або сторонніх предметів у зонах подрібнення. Видалити всі сторонні предмети, які можуть перешкоджати правильній роботі подрібнювача.

18. Заборонено намагатись прочистити від засмічення бункер або вивантажувальне вікно, або виконувати будь-які роботи з технічного обслуговування під час роботи обладнання потоково-технологічної міні лінії.

19. Необхідно переконатись, що камера подрібнення та завантажувальний бункер подрібнювача порожні, перед тим як розпочати роботу. Спроби запуску пристрій, коли всередині знаходиться сировина, може призвести до заклинювання двигуна та робочих органів.

3.2 Рекомендації з охорони навколишнього середовища

Рекомендації спрямовані на підготовку висновків про відповідальність запланованої чи здійснюваної діяльності вимогам та нормам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, використання та відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи передбачено Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 07 липня 2022 р. [18] та «Про оцінку впливу на довкілля»: Закон України від 15.03.2022 р. № 2139-IX. ІПС Ліга: Закон 15 травня 2022 р. [19]. Закон передбачає обов'язкове проведення оцінки впливу на довкілля в процесі господарської, управлінської та іншої діяльності, що впливає на стан природного оточуючого середовища, а також проекти на будівництво, реконструкцію виробництв і об'єктів, які можуть мати негативний вплив на оточуюче середовище.

Оскільки результати дослідно-виробничої перевірки проводилися на території приватного підприємства де плануємо розташовувати потоково-технологічну міні лінію по виготовленні паливної тріски.

На території приватного підприємства існує безліч джерел викидів забруднюючих речовин. Найбільша кількість точок викиду забруднюючих речовин є:

- котельня, працююча на природному газі та на паливній тріскі;
- переробка деревних відходів.

При роботі котельні, яка здійснює опалення виробничих приміщень, гаража, в атмосферне повітря викидаються: оксид, нітроген (I) оксид, меркурій, карбон (IV) оксид, метан, карбон (II).

При роботі потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски (спилування, транспортування, сортування, подрібнення, фасування) у атмосферне повітря викидаються: тирса та пил зважених речовин.

Для покращення екологічного стану у приватному підприємстві ми передбачили [20]:

1. Обладнати витяжну трубу котла, обладнанням та приладами для очистки викидів в атмосферу та засобами контролю за кількістю та складом забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу.

2. Очищення здійснювати за допомогою спеціальних газоочисних установок, які складаються із одного чи декількох газоочисних апаратів,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

допоміжного обладнання і комунікацій, які служать для уловлювання із вихідних газів та вентиляційного повітря шкідливих домішок.

3. Проводити постійний контроль хімічного складу викидів, наявність забруднюючих речовин, хімічними та фізико-хімічними методами.

4. Виходячи з того, що всі апарати очистки повітря, типу циклон – є вловлювачами, лише, забруднюючих речовин фізичного походження, ми можемо судити про те, що всі інші речовини, які викидаються в атмосферне повітря, - є не очищеними взагалі, і мають високий клас небезпечності (2,3 та 4), а отже з'являється вірогідність виникнення напруженої екологічної ситуації, а вразі понаднормових викидів, і скупчення їх на незначній території за короткий проміжок часу – навіть екологічної катастрофи. Тому, щоб запобігти цьому, необхідно постійно здійснювати контроль за нормами цих викидів, і в жодному разі не допускати перевищення граничнодопустимих концентрацій.

5. З метою зменшення впливу на повітряне середовище котельні, яка використовує як паливо подрібнені гілки, необхідно встановити електрофільтр іноземного виробництва, та контролювати викиди сульфур (IV) оксиду.

Отже перераховані основні заходи, для покращення екологічного стану у приватному домогосподарстві дозволять зменшити вплив шкідливих факторів на оточуюче середовище.

Висновком є виконання передбачених заходів які дадуть можливість зберегти навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище.

3.3. Техніко-економічне обґрунтуванням результатів досліджень

Добова потужність потоково-технологічної міні лінії по виготовленні паливної тріски в умовах приватного підприємства складає: $Q = 1200 \text{ кг} / \text{добу}$.

Виробництво паливної тріски з гілок дерев складе:

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = 1200 \cdot 96 = 115375 \text{ кг/рік} = 115,375 \text{ т/рік},$$

Розрахунок витрат сировини, матеріалів базується на нормативах витрат, встановленими галузевими нормами, стандартами та технологічними регламентами, обраним технологічним рішенням. Результати розрахунків представлено в таблиці 3.1 [20].

Таблиця 3.1. – Розрахунок вартості сировини та матеріалів

Сировина та матеріали	Витрати на рік		Витрати на одиницю продукції		
	Кількість, од.	Сума, грн.	Кількість, од.	Вартість, грн/м ³	Сума, грн.
1. Основна сировина: Гілки дерев	115,375 т.	0,0	1,4 кг.	0	0

Розрахунок суми амортизаційних відрахувань представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Об'єкт	Кількість	Балансова вартість об'єкта, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн./рік
Трактор Massey Ferguson 5711 SL	1	2 259 108	15	338866
Тракторний самоскидний причіп 2ТСП-8 вантажопідйомність 6 т, об'єм 8,5 м ³	1	391 500	15	58725
Стрічковий транспортер з бортами	1	42000	10	4200
Машина для подрібнення	1	22000	10	2200
Бункер-накопичувач	1	198000	10	19800
Майданчик прийому сировини	1	20000	10	2000
Приміщення для обладнання	1	60000	10	6000
Сума амортизаційних відрахувань				431791
Інструменти				3400
Виробничий та господарський інвентар				10000
Разом				445191

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Проведемо розрахунок електроенергії перемноживши розрахункову кількість на її собівартість. Тариф у межах Полтавської області на електроенергію для споживачів становить 2,27 грн./кВт год (з урахуванням ПДВ) [20].

Розраховані величини для обладнання внесені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. – Розрахунок потреби в електроенергії.

Обладнання	Потужність, кВт	Кількість, од.	Коефіцієнт попиту	Загальна потужність	Коефіцієнт збільшення потужності	Ефективний час роботи, год/рік	Загальні витрати електроенергії кВт/рік
Стрічковий транспортер з бортами	1,5	1	0,9	1,5	1,1	768	1152,0
Машина подрібнювальна	2,2	1	0,9	2,2	1,1	768	1689,6
Бункер-накопичувач	1,5	1	1,0	1,5	1,1	24	36,0
Разом							2877,6

Вартість спожитої електроенергії розраховуємо за формулою:

$$T_e = E \cdot C, \quad (3.1)$$

де C – ринкова вартість електроенергії, грн.

$$T_e = 2877,6 \cdot 2,27 = 6532,152 \text{ грн}$$

Розрахунок вартості енергії представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. – Розрахунок вартості енерговитрат

Енергоносії	Витрати на рік		Витрати на одиницю продукції		
	Кількість, од.	Сума, грн	Кількість, од.	Ціна, грн./од	Сума, грн
Електроенергія	2877,6 кВт	6532,2	0,03 кВт	0,06	0,0018
Бензин	1532 кг	76800,0	0,01 кг	0,7	0,007
Дизельне паливо	1728 кг	77760,0	0,02 кг	0,7	0,01
Всього		161092,2			0,02

Розрахунок основної та додаткової заробітної плати. Фонд заробітної плати виробничих робітників (безпосередньо зайнятих на виробництві) встановлюємо виходячи із спискової чисельності, тарифного розряду, тарифної ставки, кількості робочих днів, з урахуванням режиму роботи з 7 год в день.

Тривалість робочого циклу становить $T_{\text{вир}}^{\text{рік}} = 96 \cdot 1 = 96 \frac{\text{год}}{\text{рік}}$

$T_{\text{пр}}^{\text{рік}} = \frac{96}{7} \cdot 40 = 549 \frac{\text{год}}{\text{рік}}$. Кількість працівників необхідних для виробництва

визначаємо: $n_{\text{працівників}} = \frac{96}{549} = 0,2 \text{ приймаємо } 1$.

Ефективний фонд робочого часу робітника в нормативних умовах праці протягом року становить: $T_{\text{еф}} = 243 \cdot 1 = 243 \text{ год} / \text{рік}$, де 243 кількість робочих днів одного робітника за рік, 1 – тривалість робочої зміни, год/добу.

Розрахунок тарифних сіток базується на тарифній ставці працівників 1-го розряду та відповідних коефіцієнтах. Під час розрахунку оплати праці враховуємо норми мінімальної заробітної плати в Україні. Згідно з даних на 01.01.2023 мінімальна заробітна плата становить 6700 грн. Тоді тарифна ставка не повинна бути меншою за: $ТС = (6700 \cdot 12) / (243 \cdot 8) = 41,4 \text{ грн} / \text{год}$ [20].

Нарахування на заробітну плату складають 22%.

Річний фонд заробітної плати приведений в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. – Річний фонд заробітної плати працівників

Посада	К-ть працівників, осіб	Заробітна плата одного працівника	Сумарна заробітна плата працівників, за рік, грн/рік	Нарахування на фонд оплати праці, грн/рік
Оператор	1	10598,4	31795,2	6994,9
Тракторист	1	20000	60000,0	13200
Різноробочі	2	20000	60000,0	13200
Разом			151795,2	33394,9

Розрахунок поточних витрат. Поточні витрати включають основну та додаткову заробітну плату персоналу, витрати на утримання та поточне налагодження виробництва та споруд, енерговитрати, водопостачання і

					Арк.
					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

водовідведення, амортизацію виробничих будинків та споруд, на ремонт та експлуатацію, ін. Дані наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. – Поточні витрати

Стаття витрат	Витрати, грн
Зарплата робітника (оператора+тракториста+різноробочі)	151795,2
Нарахування на заробітну плату	33394,9
Витрати на утримання будівель та обладнання:	
- енерговитрати	6532,2
- бензин	76800,0
- дизельне пальне	77760,0
Витрати на ремонт і експлуатацію	50000,0
Витрати на охорону праці	5000,0
Інші витрати	1500,0
Сума	402782,3

Розрахунок собівартості продукції. Собівартість розраховуємо на підставі калькуляції, яку складаємо для виробництва в цілому. Дані по розрахунку собівартості представлені у таблиці 3.7.

Таблиці 3.7. – Калькуляція собівартості готової продукції (компост)

Стаття калькуляції	Витрати на річне отримання паливної тріски, грн	Витрати на одиницю продукції (кг), грн
Основна сировина	0	0
Сумарні енерговитрати	161092,2	1,39
Сумарна заробітна плата робітників	151795,2	1,32
Нарахування на ЗП	33394,9	0,29
Амортизаційні витрати	431791,0	3,74
Інші витрати	56500,0	0,49
Вартість виробничих основних фондів	2992608,0	25,94
Повна собівартість	3827181,3	33,17

Отже, собівартість 1 кг паливної тріски становить 33,17 грн.

Результати розрахунків техніко економічних показників зводимо до таблиці 3.8.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 3.8. – Техніко-економічні показники переробки гілок дерев на паливну тріску

Показник	Значення показника	
	Од. вимірювання	Значення
1.Річний випуск продукції	т/рік	115,38
2. Чисельність персоналу	осіб	4
3. Середньорічний виробіток робітника	т/особу	28,84
4. Капіталовкладення		
-усього	грн.	3827181,30
- на одиницю продукції	грн./кг	3317,00
5. Вартість виробничих фондів:		
- основних	грн.	2992608,00
- оборотних	грн.	834573,30
Строк окупності проекту	років	0,77
Економічний ефект від реалізації паливної тріски	грн.	130005,63
Економічний ефект від реалізації побічної продукції (дрова)	грн.	835840,00

3.6 Висновки за розділом 3

Аналізуючи рекомендації щодо практичної реалізації розробок можна зробити наступний загальний висновок:

1. Рекомендації з охорони праці та охорони навколишнього природного середовища представлені в даному розділі, дасть змогу зменшити вплив шкідливих факторів на робітників і навколишнє середовище.

2. Проведений розрахунок техніко-економічних показників на основі розробленої технологічної карти на виробництво паливної тріски, вказує на очікуваний чистий прибуток від реалізації в розмірі 965845,63 грн..

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізувавши потенціал біоенергетики в Україні, який складає 32% від галузі відновлюваних джерел енергії, встановлено, що біопаливо (пелети, тюки соломи, брикети, деревна тріска) є ваговою часткою відновлюваних джерел енергії у виробництві теплової енергії, яка стрімко зростає. Тому розробка міні лінії для виробництва паливної тріски є актуальною.

Виконані розрахунки в другому розділі посприяли вибору та проектуванні технологічної міні лінії по виробництву паливної тріски, та дозволили спланувати і обґрунтувати її оптимальний режим роботи. Звертається увага на підготовку сировини для подрібнення та агрегатів перед роботою. І розглядається оцінка якості проведення технологічної операції виготовлення паливної тріски.

В рекомендаційній частині проекту зазначено: поради з охорони праці та охорони навколишнього природного середовища, які дадуть змогу зменшити вплив шкідливих факторів на робітників і навколишнє середовище.

В ході виробничої діяльності по реалізації проекту міні лінії по виробництву паливної тріски встановлено: витрати на отримання 115,38 т. паливної тріски становитимуть – 3827181,30 грн.. Згідно прогнозованої ціни реалізації – 1127 грн/т., отримаємо дохід у розмірі 130005,63 грн. Вихід побічної продукції у вигляді дров складе 1045 м³. Згідно прогнозованої ціни реалізації – 800 грн/м³., отримаємо додатковий дохід у розмірі 835840,00 грн. Разом надходження складуть - 965845,63 грн. Врахувавши сплату податку на додану вартість у розмірі 14% (135218,39 грн), отримаємо прибуток за рік в розмірі 830627,24 грн.. Загальна сума необхідних інвестицій по проекту складає 3827181,30 гривень, які у відповідності з планом фінансування будуть спрямовані на виробництво паливної тріски. Плановий прибуток за місяць – 69218,94 гривень. Період окупності – 4 роки.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горбенко О., Келемеш А., Шейченко В., Ляшенко С. Методичні рекомендації щодо виконання дипломного проєкту ОПІ Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Першого рівня вищої освіти за спеціальністю 208 Агроінженерія. Полтава: РВВ ПДАА, 2021. 44 с.
2. Дорожня карта з розвитку ринку твердого біопалива України. К.: ПРООН, 2016. С. 17..
3. Дайджест БАУ: листопад грудень 2016р. <http://uabio.org/activity/info-digest>.
4. Дорожня карта з розвитку ринку твердого біопалива України. К.: ПРООН, 2016. С. 19..
5. ISO 17225-4:2021 Solid biofuels – fuel specifications and classes. ICS: 27.190 Biological sources and alternative sources of energy. 75.160.40 Biofuels
6. П'ятницька-Позднякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навч. посібник / І. С. П'ятницька-Позднякова. К., 2003. 116с..
7. Кіндер М.В. Проектування технологічних процесів в рослинництві. / М.В. Кіндер, В.М. Сакало, В.В. Падалка, С.В. Ляшенко. /Практикум./ Полтава: РВ ПДАА, 2014. 213 с.
8. Карасьов, П.І. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві [Текст]. / П.І. Карасьов. К.: Урожай, 1993. 285 с.
7. Пастухов В.І. Довідник з машиновикористання в землеробстві [Текст] / А.Г Чигрин, П.А. Джолос, та інш. Харків: «Веста», 2001. 347 с.
8. Посібник. Машини для обробітку ґрунту та сівби / За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого 2009 288 с
9. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку норми виробітку та витрати палива. Книги 1,2,3,4,5. К.: «Комплекс Віта», 1998.
10. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку. В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та інші. К.: Урожай, 1987.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

11. Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Бондар С.М. Проектування технологічних процесів у рослинництві Ніжин: Аспект Поліграф 2005 192 с..

12. Самойчук К. О., Самохвал В. А. Розробка міні-лінії для виготовлення паливних брикетів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ: гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Мелітополь: ТДАТУ 2021. Вип.21, т.1. с.152-159..

13. Тріскоріз: пат. 125965 Україна. МПК В27L 11/02 (2006.01). № и 201800808; заявл. 29.01.2018; опубл. 25.05.2018, Бюл. № 10. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/4048/no6.pdf>

14. Малогабаритний мобільний подрібнювач біомаси: пат. 135923 Україна. МПК (2019.01) В27L 11/00. № и 201901468; заявл. 14.02.2019; опубл. 25.07.2019, Бюл. № 14. URL: https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/4634/pu135923vid2507201_9byulno14.pdf

15. Ляшенко С. В., Яценко Ю. В., Лазоренко А. І. Результати експериментальних досліджень енергозберігаючого режиму роботи засобу механізації для подрібнення гілок дерев. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 249–258. doi:10.31210/visnyk2021.04.33

16. Lyashenko, S. V., Sivtsov, O. V., Zaporozhets, Y. V., Koshkalda, S. I., & Shevchenko, V. V. (2020). Substantiation of operation service modes of household wood waste chopper. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 259–266. doi: 10.31210/visnyk2020.04.33

17. Про охорону праці: Закон України від 28.07.2022 р. № 2468-IX. Науково-виробничий журнал «Охорона праці» 31 серпня 2022 р..

18. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 20.06.2022 р. № 2321-IX. ПС Ліга:Закон 22 жовтня 2022 р.

19. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 15.03.2022 р. № 2139-IX. ПС Ліга:Закон 15 травня 2022 р..

20. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.Л. Зуб, М.П. Кононенко та ін.; за ред. Ю.А. Лузана, П.Т. Саблука. Київ: Преса України, 2003. 800 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42