

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА**

зі спеціальності

183 Технології захисту навколишнього середовища

Тема роботи: Теоретичні основи технології перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві

Виконав:
студент Власенко
Роман Сергійович

Керівник:
доцент Рой
Ігор Олександрович

Залікова книжка
№ 18510209

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
старший викладач Фалько В.В.
Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

оцінка, дата

Суми 2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. Кафедрою _____

« _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Власенко Роман Сергійович

1. Тема проєкту (роботи) Теоретичні основи технології перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві затверджена наказом по університету від «18» листопада 2023 р. №0865-VI.
2. Термін здачі студентом закінченого проєкту (роботи) 20 грудня 2023 р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи): основи технології перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо; хімічний склад викидів при спалюванні.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити)
провести літературний огляд за досліджуваною тематикою; провести порівняльний SWOT-аналіз технологій виробництва біоенергії; дослідити основи технології перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо; довести екологічність технологій перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві в тверде біопаливо.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
класифікація відходів рослинництва; порівняльний аналіз енергетичної характеристики сільськогосподарських культур; блок – схеми окремих етапів виробництва твердого біопалива (етапи сушіння та персування); порівняльний аналіз рівнів викидів шкідливих речовин в атмосферу при спалювання пелет та кам'яного вугілля.

6. Консультанти по проєкту (роботі) із зазначенням розділів проєкту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною тематикою	Вересень 2023 р.	
2	Робота над розділом «SWOT аналіз технологій виробництва біоенергії»	Вересень 2023 р.	
3	Дослідження основ технологій перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо	Жовтень 2023 р.	
4	Основні етапи технології виробництва паливних гранул із рослинної біомаси	Листопад 2023 р.	
5	Проблематика виробництва пелет з соломи та шляхи вирішення проблемних питань	Листопад 2023 р.	
6	Доведення екологічності технологій перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо	30.11.2023	
7	Робота над розділом «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	06.12.2023	
8	Оформлення роботи	17.12.2023	

7. Дата видачі завдання

15.09.2023р.

Студент

Власенко Р.С.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що містить 55 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 78 стор., у тому числі 20 таблиці, 10 рисунків, список використаних джерел обсягом 6 сторінок.

Метою роботи є аналіз теоретичних основ технології перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *завдання*:

- здійснити загальну характеристику екологічних аспектів виробництва біоенергії з відходів рослинництва;
- провести порівняльний SWOT-аналіз технологій виробництва біоенергії;
- визначити основи технології перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо;
- визначити проблематику виробництва пелет з соломи та шляхи вирішення проблемних питань.

Об'єктом дослідження є біотехнології для виготовлення біоенергії з відходів рослинництва на хлібопекарському виробництві.

Предметом дослідження є екологічність технологій перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо.

У процесі дослідження було використано наступні *методи* дослідження: абстрактно-логічний, аналізу і синтезу, порівняльного аналізу, системного аналізу; узагальнення, літературного пошуку, статистичної обробки, SWOT-аналізу.

Ключові слова: БІОТЕХНОЛОГІЇ, ВІДХОДИ, ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО, СОЛОМА, ПЕЛЕТИ.

ВСТУП

Залежність України від імпортованих енергоносіїв створює загрозу енергетичній безпеці країни. Разом з тим, враховуючи, що ми маємо значний потенціал виробництва енергії з біомаси, біоенергетика є одним із стратегічних напрямів розвитку відновлюваної енергетики. Біоенергетика для України найближчим часом має відіграти найважливішу роль серед інших видів джерел енергії. Згідно прогнозу розвитку біоенергетики в Україні до 2050 років загальне споживання біопалив у недалекому майбутньому може становити 23 млн т н.е./рік.

Україна традиційно вважається сільськогосподарською країною зі значною площею земель с/г призначення. Тому вибір оптимальної технології переробки/утилізації відходів є головним фактором забезпечення ефективності системи поводження з органічною частиною відходів підприємств даної галузі.

Для хлібопекарського виробництва основним видом сировини є зернові культури, отже основним видом відходів даної галузі є солома, інші зернові відходи, лушпиння тощо. Екологічними та економічно доцільними шляхами перероблення даного виду відходів є, насамперед, використання технологій з отримання біоенергії. На сьогоднішній день в світі накопичений достатньо великий досвід з використання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва в енергетичних цілях. Загалом для розвитку виробництва альтернативних видів палива існують певні проблеми та ризики (наприклад, відсутність достатньої підтримки з боку держави, недостатність інвестицій, фінансова нестабільність вітчизняних виробників; недостатня кількість досвідченого персоналу; обмежена кількість та висока ціна вітчизняного обладнання; відсутність затверджених державних стандартів отриманого палива тощо). Проте переваги виробництва біоенергії очевидні, оскільки це сприятиме вирішенню не лише проблеми зниження залежності від імпорту

Метою роботи є аналіз теоретичних основ технології перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
5

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі **завдання**:

- здійснити загальну характеристику екологічних аспектів виробництва біоенергії з відходів рослинництва;
- визначити енергетичний потенціал біомаси в динаміці;
- провести порівняльний SWOT-аналіз технологій виробництва біоенергії;
- визначити основи технології перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо;
- визначити проблематику виробництва пелет з соломи та шляхи вирішення проблемних питань.

Актуальність теми: враховуючи, що Україна є енергозалежною та має певні проблеми в реалізації взятих на себе екологічних зобов'язань щодо зменшення викидів шкідливих речовин, дослідження перспектив використання відходів рослинництва в якості сировини при виробництві біопалива може стати суттєвим підґрунтям забезпечення енергетичної та екологічної безпеки країни.

Об'єктом дослідження є біотехнології для виготовлення біоенергії з відходів рослинництва на хлібопекарському виробництві.

Предметом дослідження є екологічність технологій перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо.

У процесі дослідження було використано наступні **методи** дослідження: абстрактно-логічний, аналізу і синтезу, порівняльного аналізу, системного аналізу; узагальнення, літературного пошуку, статистичної обробки, SWOT-аналізу.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
6

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИРОБНИЦТВА БІОНЕРГІЇ З ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА

У структурі валового внутрішнього продукту сільське господарство займає близько 12,5 відс., тому небезпідставно дана галузь традиційно вважається однією з головних в Україні. Проте, на даний час розвиток сільськогосподарського виробництва не досяг рівня стовідсоткової переробки отриманої продукції. Крім того, актуальним залишається забезпечення екологічності аграрного виробництва.

Згідно Класифікатора відходів ДК 005-96 [28] до переліку відходів рослинництва належать (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 – Перелік відходів рослинництва

Назва культури	Тип відходів
зернові культури	Солома колосових Солома інша Качани кукурудзи обрушені Стебла кукурудзи сухі Соломка макова Продукція бракована (некондиційна)
Овочі; продукція розсадників	Бадилля овочеve Продукція бракована (некондиційна) Саджанці та насіння квітів, овочів, культур плоdових та ягідних некондиційні
Плоди, культури ягідних та горіхоплідних	Залишки обрізання дерев та догляду за посадками Продукція бракована (некондиційна)

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
7

На підставі даних Статистичного щорічника України за 2020 рік [1] в кількісному вираженні утворення відходів за категоріями (в тому числі відходи с/г виробництва) наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість відходів рослинництва (тис. т.)

Період	2016	2017	2018	2019	2020
Відходи					
Усього,	312267,6	366054,0	352333,9	441516,5	462373,5
відходи рослинного походження	7742,3	8782,3	7829,3	8068,6	6101,8
<i>відсоток у загальній кількості</i>	2,5	2,4	2,2	1,8	1,3

Основні напрямки управління сільськогосподарськими відходами також наведено у Статистичному щорічнику України [51], зокрема, спалення для отримання енергії, спалення без отримання енергії, утилізація та видалення у спеціально відведені місця. За результатами проведеного аналізу поводження в відходами за 2020 рік видно, що найбільшу питому вагу займає утилізація – 75,2 відс., спалення для отримання енергії – 21,7 відс., спалення без отримання енергії – 2,3 відс. та видалення у спеціально відведені місця – 0,8 відсотка.

До основних принципів переробки/утилізації сільськогосподарських відходів належать:

- максимальне використання внутрішньогосподарських ресурсів (трудових, земельних, технічних) для забезпечення екологічно безпечної утилізації відходів;

- забезпечення екологічної безпеки території, працівників на кожному етапі від отримання відходів до його використання;

- забезпечення економічної ефективності застосовуваних методів, способів, технологій при утилізації рослинних решток;

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ТС 18510209	Арк
						8

- оптимальний вибір технології видалення, транспортування, зберігання, переробки і використання відходів і одержуваних із них продуктів переробки [27].

Вибір оптимальної технології переробки/утилізації відходів є головним фактором забезпечення ефективності системи поводження з органічною частиною відходів підприємств с/г галузі.

Загалом виділяють два основних напрямки: з метою енергетичного використання та переробка на неенергетичні цілі (рисунок 1.1) [27].

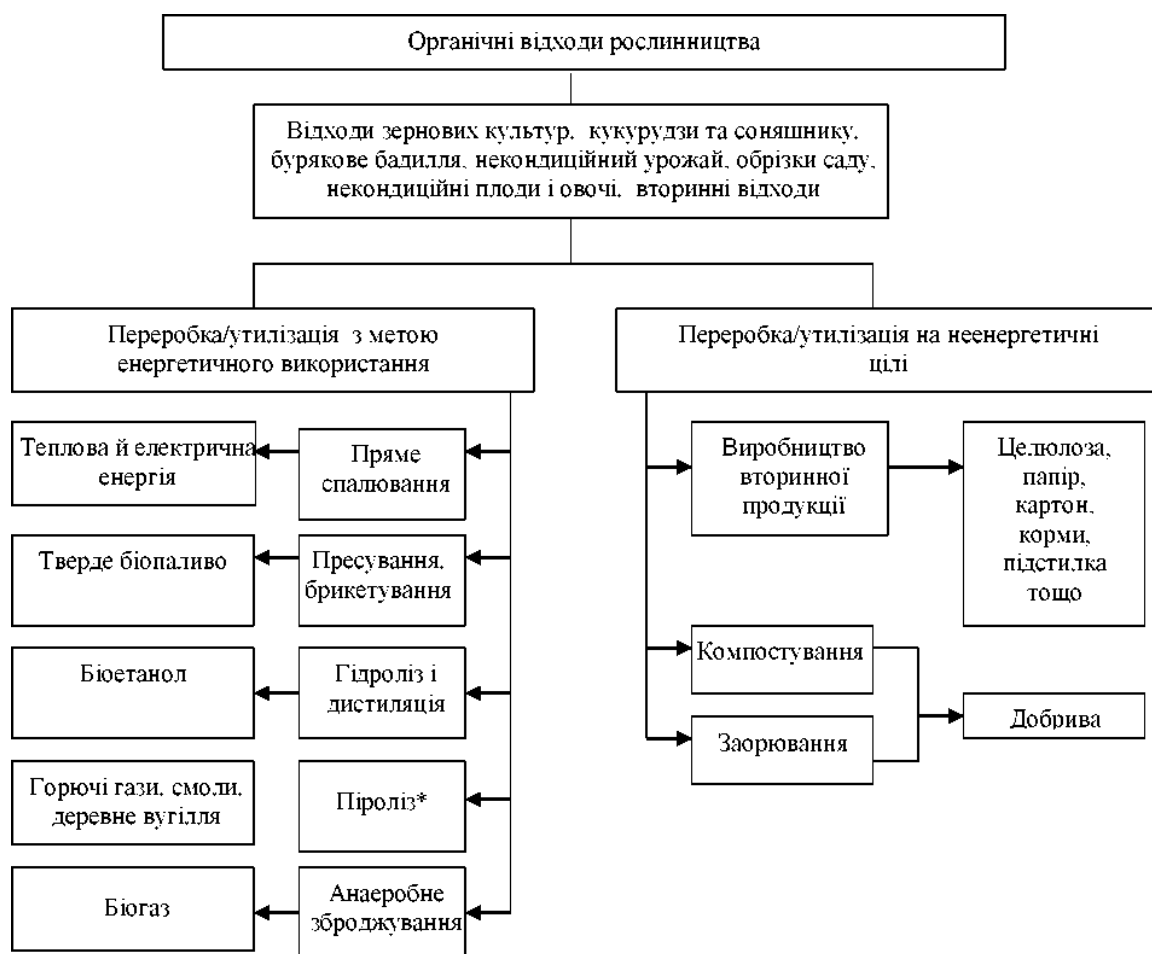


Рисунок. 1.1 Найбільш поширені методи переробки органічних відходів рослинництва та отримана продукція

Зокрема, методи переробки відходів рослинництва для енергетичного використання передбачають [27]:

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

1. спалювання відходів рослинництва з виробництвом теплової та електричної енергії, придатної для подальшого використання;

2. пресування та брикетування відходів рослинництва з виробництвом твердого біопалива (пелети, брикети), які використовуються для спалювання у піролізних котлах;

3. технології гідролізу та дистиляції при виробництві гідролізного спирту (біоетанолу другого покоління);

4. піроліз (стосовно відходів деревного походження) – при виробництві горючих газів, смол, деревного вугілля (напівкокс) [6].

Розглянемо більш детально енергетичний потенціал органічних відходів рослинництва.

В структурі посівних земель [42] найбільші площі зайняті під вирощування зернових та зернобобових культур (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Структура посівних площ (тис. га)

Період	2017	2018	2019	2020	2021*
Усього,	23 644,9	24 517,3	25 195,3	25 973,2	26 489,8
Культури зернові та зернобобові	12 980,9	13 578,0	14 340,4	14 759,1	15 380,3
<i>відсоток у загальній кількості</i>	54,9	55,4	56,9	56,8	58,1
Технічні культури	8 459,6	8 772,9	8 707,5	9 011,0	9 012,0
<i>відсоток у загальній кількості</i>	35,8	35,8	34,6	34,7	34,0
Кормові культури	1 570,4	1 545,9	1 521,1	1 562,8	1 472,2
<i>відсоток у загальній кількості</i>	6,6	6,3	6,0	6,0	5,6

* На офіційному сайті Держстатистики зазначено, що на період дії воєнного стану підприємства мають право не подавати статистичну

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
10

звітність, у зв'язку з чим органи державної статистики призупиняють оприлюднення статистичної інформації (за винятком окремих показників, таких, наприклад, як індекс споживчих цін, оцінки ВВП). Тобто останній період статзвітності - 2021 рік [42].

Графічно структуру с/г угідь можна зобразити наступним чином (рисунок 1.2)

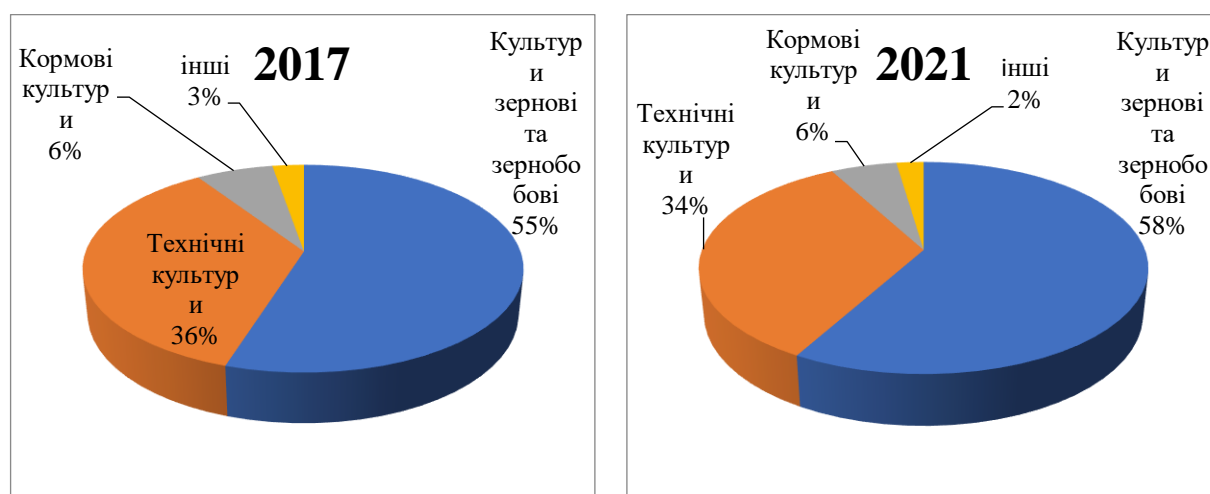


Рисунок 1.2 Структура посівних площ основних с/г культур

Порівняльний аналіз структури земель с/г призначення за періоди 2017 – 2021 роки свідчить про тенденцію до збільшення площ, засіяних зерновими та зернобобовими культурами: з 12 980,9 тис га у 2017 році до 15 380,3 тис га у 2021 році («плюс» 2 399,4 тис га або 18,5 %). Площі, задіяні під вирощування технічних культур (соняшник, соя, ріпак, біряк), протягом аналізованого періоду також зростають: з 8 459,6 тис.га у 2017 році до 9 012,0 тис га у 2021 році (додатково 552,4 тис га або 6,5%). Натомість угіддя, що використовуються для вирощування кормових культур (кукурудза, картопля) зменшуються: з 1 570,4 тис га у 2017 році до 1 472,2 тис га у 2021 році (зниження на 98,2 тис га або на 6,3 %).

Підпис і дата										
Інв.№дубл.										
Взаєм.інв.№										
Підпис і дата										
Інв.№подл.										
Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ТС 18510209					Арк
										11

Просо	87,7	205,7	17,5	41,1	8,6	20,2
Гречка	192,8	113,4	38,6	22,7	19,0	11,1
Рис	57,6	51,5	11,5	10,3	5,7	5,1
Соняшник	11 937,0	16 439,8	2 387,4	3 288,0	1 173,3	1 615,9
Ріпак	2 222,8	2 960,1	444,6	592,0	218,5	291,0
Соя	3 343,7	3 409,3	668,7	681,9	328,6	335,1
ВСЬОГО	68 807,7	106 476,0	13 761,5	21 295,2	6 763,4	10 466,0

Зведені показники свідчать про зростання обсягів вирощеної продукції протягом аналізованого періоду на 54,7%, що, в свою чергу, є підставою для збільшення обсягів соломи, що використовується для енергетичних цілей, та енергетичного потенціалу: з 6 763,4 тис т. у. п. у 2017 році до 10 466,0 тис т. у. п. у 2021 році.

В розрізі с/г культур динаміку енергетичного потенціалу за аналізований період зображено на рисунку 1.3.

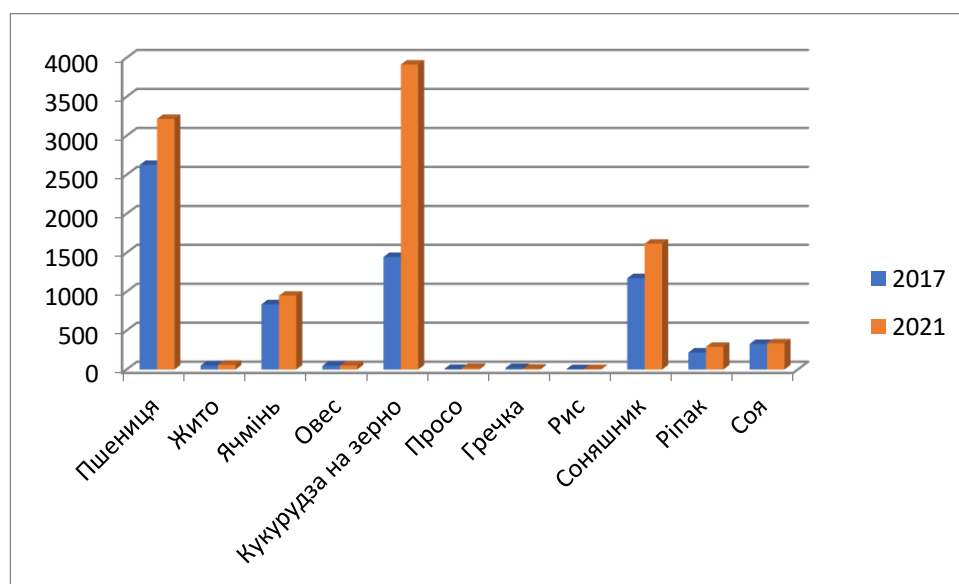


Рисунок 1.3 Динаміка енергетичного потенціалу в розрізі с/г культур

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

В розріз основних зернових культур енергетичний потенціал кукурудзи збільшено майже у 3 рази; соняшнику – на 37,7%, пшениці – на 22,4%, ячменю – на 13,2%.

За підрахунками науковців, завдяки використанню цього потенціалу у виробництві енергії найближчим часом можна задовольнити від 13 до 15 % потреби країни у первинній енергії. Порівняльна характеристика відходів окремих с/г культур наведена у таблиці 1.5 [49].

Таблиця 1.5 – Порівняльна енергетична характеристика сільськогосподарських культур

<i>Культури</i>	<i>Вихід біомаси, т/га</i>	<i>Вид біопалива</i>	<i>Тепло віддача біопалива, МДж/кг</i>	<i>Паливний еквівалент</i>	<i>Вихід біопалива з 1 т біомаси, кг</i>	<i>Вихід біопалива з 1 га (кг/га)</i>	<i>Вихід умовно го палива, у. п./га</i>	<i>Вихід енергії, ГДж/га</i>	<i>Вихід енергії, ГВт .год / га</i>
Пшениця / зерно	4	Біоетанол	21,1	0,65	260	1040	676	21,9	15,25
Солома пшениці	4	Гранули	15	0,55	1000	4000	2200	33	17,3

Говорячи про загальний енергетичний потенціал біомаси в Україні, слід зазначити, що зараз він складає близько 20–25 млн т у. п./рік. Наразі з усієї біоенергії, що виробляється в Україні, близько 70 % отримують саме з твердої біомаси шляхом її спалювання. Також близько 15 % виробляється у вигляді біогазу та близько 15 % припадає на біодизель та біоетанол [1]. Динаміку біоенергетичного потенціалу викладено в таблиці 1.6 [1].

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

Таблиця 1.6 - Біоенергетичний потенціал України в 2019 та 2050 роки [1].

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т		Частка доступна для енергетики, %		Потенціал доступний для енергетики, млн. т н.е.	
	2019	2050	2019	2050	2019	2050
Солома зернових культур	37,5	49,2	30	30	3,84	5,04
Солома ріпаку	5,9	30	40	40	0,81	0,68
Побічна продукція виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	46,6	5,04	40	40	3,57	4,45
Побічна продукції виробництва соняшника (стебла, кошики)	29,0	26,9	40	40	1,66	1,54
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника)	2,6	2,4	100	100	1,08	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові рештки, відходи деревообробки)	7,4	12,3	95	96	1,73	2,88
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи обрізки та викорчовування)	8,8	8,8	45	45	1,02	1,02
Біодизель (з ріпаку)	-	-	-	-	0,46	1,10
Біоетанол (з кукурудзи та цукрового буряку)	-	-	-	-	0,79	2,33
Біогаз з відходів та побічної продукції агропромислового комплексу	2,8 млрд м ³ СН ₄	8,4 млрд м ³ СН ₄	42	83	0,99	5,92
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	0,6 млрд м ³ СН ₄	0,7 млрд м ³ СН ₄	29	70	0,14	0,42
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	0,4 млрд м ³ СН ₄	0,4 млрд м ³ СН ₄	28	31	0,09	0,11
Енергетичні рослини: - верба, тополя, міскантус (вирощування на 1 млн га)	11,5	34,5	100	100	4,88	14,65
- кукурудза на біогаз (вирощування на 1 млн га)	3,0 млрд м ³ СН ₄	7,5 млрд м ³ СН ₄	100	100	2,57	6,43
ВСЬОГО					23,63	47,57

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

TC 18510209

Арк

15

Ви Арк № докум. Підпис Дата

Показники таблиці 1.6 свідчать, що енергетичний потенціал виробництва біопалива до 2050 року має зрости вдвічі. Загальна структура потенціалу залишиться незмінною, проте, частка енергетичних культур має збільшитися з 7,45 млн т н.е. (що складає 32 % загальної структури) до 21,08 млн т н.е. (або 44 % загальної структури). Тобто додатково 13,63 млн т н.е. або 12 %. Натомість частка відходів рослинництва знизиться з 46% всієї біомаси у 2019 році до 27 % у 2050 році. Однак у кількісному вираженні енергетичний потенціал відходів рослинництва має зрости : з 10,96 млн.т н.е. до 12,71 млн т н.е (додатково 1,75 млн т н.е. або 16%).

Проте, на даний час отримання енергії шляхом застосування біотехнологій поки не набуло широкого розповсюдження. Так, за даними Державної служби статистики України [1], частка біомаси у валовому енергопостачанні становить лише 3,39%, тоді як потенціал до забезпечення сягає 18% загальних енергетичних потреб (валовий потенціал біомаси, доступний для біоенергетики, зараз використовується лише на 11,6%).

За даними Енергетичного балансу України [1], частка біопалива у загальному постачанні первинної енергії (ЗППЕ) у 2018 році склала 3,2 млн т н.е., що складає 3,4% від ЗППЕ. У коротко- та середньостроковій перспективі (до 2025 року) планується зростання частки відновлюваної енергетики до менше 12 % від ЗППЕ та не менше 25 % - до 2035 року (включаючи всі гідрогенеруючі потужності та термальну енергію).

Щодо прогнозу розвитку біоенергетики в Україні у 2020-2050 роках, то загальне споживання біопалив у 2050 році може становити 23 млн т н.е./рік.

Близько половини біопалива використовуватимуться для виробництва теплової енергії і заміни природного газу (еквівалентно заміщенню 13,7 млрд м3/рік природного газу). Інша частина замінюватиме вугілля і атомну генерацію для виробництва електроенергії, а також нафтопродукти на транспорті.

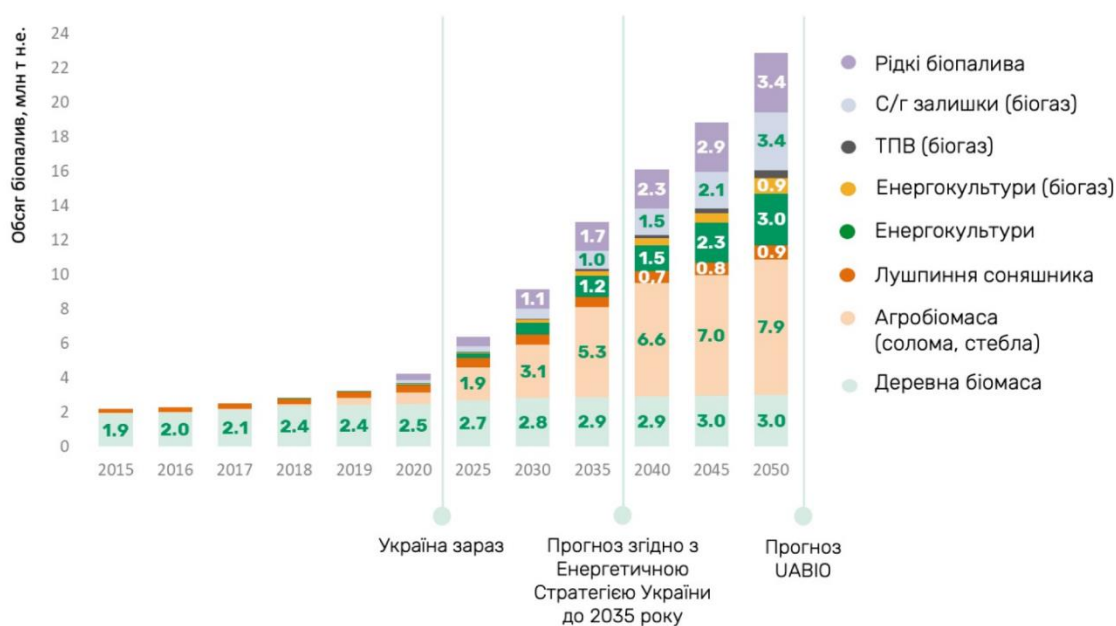
Інв.№подл.	Підпис і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підпис і дата

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
16

Прогнозна структура використання біопалив в Україні до 2050 року наведена нижче (рисунки 1.4).



Рисунки 1.4 Прогнозна структура використання біопалив в Україні до 2050 року [1].

У період 2020-2050 років в Україні використання деревної біомаси залишатиметься на такому ж рівні, проте зростатиме частка використання соломи, стебел, лушпиння соняшника, сільськогосподарських залишків, енергокультур, рідких біопалив, твердих побутових відходів для виробництва енергії. Такий прогноз ґрунтується на розрахунках, які показують, що потенціал деревної біомаси та лушпиння соняшника в Україні у 2020 році вже використано на понад 90%.

Таким чином, можна зробити висновок, що наша країна має великий нереалізований біопотенціал, який полягає у використанні в якості біомаси відходів від виробництва с/г культур (кукурудзи, соняшнику, соломи, біомаси з деревини, тощо).

Інв.№подл.	Підпис і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підпис і дата	Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ТС 18510209	Арк
											17

2 SWOT - АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГІЇ

Як вже зазначалось вище, для хлібопекарського виробництва основним видом сировини є зернові культури, отже основним видом відходів даної галузі є солома, інші зернові відходи, лушпиння тощо. Екологічними та економічно доцільними шляхами перероблення даного виду відходів є, насамперед, використання технологій з отримання біоенергії.

Для більш об'єктивного аналізу технологій виробництва відходів рослинництва у хлібопекарському виробництві, виявлення сильних та слабких сторін кожного виду застосуємо метод SWOT аналізу.

2.1 SWOT - аналіз технологій виробництва твердого біопалива

Одним з найпоширеніших методів отримання біоенергії є спалювання твердого біопалива (пелет).

Пелети — це екологічно чисте біопаливо, в основу якого покладено різні відходи біологічного походження (частково деревина). Виготовлення пелетів найчастіше проводиться з біомас, які відрізняються високою енергетичною віддачею. Крім того, такі біомаси повинні максимально легко подрібнюватись — спресовуватись до маленьких фракцій. Сьогодні найпопулярнішим є виробництво пелет з деревних відходів. Також сировиною для виготовлення пелет може бути лушпиння соняшника, різних рослин та солома [26].

Для спалювання пелет застосовують спеціалізовані котли, в яких процес горіння супроводжується систематичною подачею кисню. Таке обладнання дозволяє завантажувати в бункер нові порції палива кожні 30-60 хвилин.

Головними етапами виробничої лінії для пелет є первісне подрібнення сировини; сушка; додаткове подрібнення сировини; паро- або водопідготовка

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
18

деревини (насичення); пресування пелет; охолодження біопалива; фасовка і складування отриманих гранул [26].

Сильні та слабкі сторони використання твердого біопалива, можливості та загрози його використання сгруповано у матриці SWOT – аналізу (таблиця 2.1); перелік стратегічних альтернатив розвитку даного виду біопалива наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - SWOT – аналіз твердого біопалива (пелети).

	Можливості	Загрози
Зовнішнє середовище/ Внутрішнє середовище	<p>1.Значний енергетичний потенціал біомаси в Україні (20–25 млн т у. п./рік)</p> <p>2. Інвестиції в промислове обладнання і технічні засоби.</p> <p>3.Збільшення об’ємів використання відходів рослинництва для вироблення біопалива.</p> <p>4. Програми державної підтримки</p> <p>5.Залучення міжнародних спонсорів для розвитку екологічної енергетики</p> <p>6.Використання сучасного технічного обладнання</p> <p>7. Доступність інформації про продукцію у засобах масової інформації.</p> <p>8. Адаптування законів України, що регламентують виробництво біопалива, до європейських.</p> <p>9. Наявність законодавчої бази для розвитку, а саме: <i>Закон України від 20 червня 2022 р. № 2320-IX «Про управління відходами»</i></p>	<p>1.Недостатнє фінансування агросектору для виробництва біоенергії.</p> <p>2.Відсутність фінансових стимулів для реалізації біоенергетичних проєктів.</p> <p>3.Високий рівень ризиків для інвесторів</p> <p>4. Низька фінансова спроможність вітчизняних виробників</p> <p>5. Недостатнє фінансування науково-технічних досліджень та розробок з боку держави</p> <p>6. Сильні «лобістські» можливості постачальників традиційного палива</p> <p>7. надмірна експлуатація природних ресурсів; наявність ризику збезлісення;</p> <p>8.відсутні відпрацьовані технології збору, обробки та зберігання</p>

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
19

Сильні сторони		
1. Екологічна чистота спалювання	1. Освітлення інформації в засобах масової інформації та інтернеті про екологічну чистоту спалювання, споживчі якості, низьку зольність та інші переваги пелетів	1. Повна готовність до використання, повна автоматизація виробництва не потребує багато фінансування на обладнання та оплату праці.
2. Споживчі якості при зберіганні практично не втрачаються (тривалий термін зберігання)	2. Повна готовність до використання, яке може бути повністю автоматизоване і вимагає мінімум ручної праці, його висока ефективність до спалювання просуває законодавчої бази для розвитку використання альтернативних палива.	2. Освітлення в засобах масової інформації та інтернеті про широкий діапазон біомаси, яку можна використовувати потенціал зменшить ризик та хвилювання міжнародних інвесторів.
3. повна готовність до використання, яке може бути повністю автоматизоване і вимагатиме мінімум ручної праці	3. Широкий діапазон біомаси (солончаки і стебла кукурудзи; сосяшнику, гречки; тощо) для використання (солончаки і стебла кукурудзи; сосяшнику, гречки; тощо), збільшує перспективи використання.	3. Зменшення можливостей постачальників традиційного палива відбудеться за рахунок адаптування законодавчої бази для розвитку та просуванню виробників біопалива (пелетів).
4. Широкий діапазон біомаси, яку можна використовувати (солончаки і стебла кукурудзи; сосяшнику, гречки; тощо)	4. Низька вологість (пелети - 6-8%, брикети - 4-8%)	
5. Низька вологість (пелети - 6-8%, брикети - 4-8%)	6. Низька зольність (0,3-2%)	
6. Низька зольність (0,3-2%)	7. Автоматизований процес завантаження твердого біопалива.	
7. Автоматизований процес завантаження твердого біопалива.	8. Готовність до використання (паливо повністю готове до спалювання, не містить домішок неорганічного походження).	
8. Готовність до використання (паливо повністю готове до спалювання, не містить домішок неорганічного походження).	9. Висока ефективність спалювання (для отримання 1 ГВт-год енергії необхідно 385 м ³ пелет)	
9. Висока ефективність спалювання (для отримання 1 ГВт-год енергії необхідно 385 м ³ пелет)	10 Використання пелет знижує викиди парникових газів на 90%, у порівнянні з вугіллям	

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

TC 18510209

Арк
20

Слабкі сторони		
<p>1. Мало розвинена технологія в Україні.</p> <p>2. Залежність обсягів та якості рослинної біомаси від погодних умов.</p> <p>3. Закупівля і доставка пелет, а також сервісне обслуговування пристрою може викликати певні труднощі (особливо у віддалених селищах)</p> <p>4. досить висока ціна самих котлів. Незважаючи на те, що в останні роки вона значно знизилася, все одно її сума значно перевищує вартість багатьох інших видів котлів (газових, електричних)</p> <p>5. багато імпортних опалювачів не розраховані на вітчизняні умови експлуатації. Суворі зими, перебої з постачанням електроенергії, пелети для опалення недостатньо високої якості можуть привести до передчасного виходу техніки з ладу</p>	<p>1. Підтримка з боку влади, адаптування законодавчої бази сприятиме розвитку біотехнологій в Україні.</p> <p>2. Використання біоенергетичного потенціалу збільшить приріст іноземних кваліфікованих працівників та рівень якості освіти власних працівників.</p> <p>3. Інфестиції в необхідне обладнання міжнародних спонсорів та влади дозволить виготовлювати власні опалювачі, які будуть відповідати вітчизняним умовам експлуатації.</p>	<p>1. Фінансування задля покращення сервісного обслуговування, доставки пелетів зменшить ризики.</p> <p>2. Розвиток технології в Україні дасть приріст фінансування для вітчизняних виробників біопалива(пелетів).</p>

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	

TC 18510209

Таблиця 2.2 – Перелік стратегічних альтернатив розвитку твердого біопалива (пелети)

Поле матриці SWOT	Стратегічні альтернативи, що сформувалися на основі парних комбінацій сильних і слабких сторін підприємства з можливостями та загрозами в зовнішньому середовищі	Оцінка фак-торів, у балах
СiМ	1. Освітлення інформації в засобах масової інформації та інтернеті про екологічну чистоту спалювання, споживчі якості, низьку зольність та інші переваги пелетів збільшить популізацію такого вида палива.	2
	2. Повна готовність до використання, можливість повної автоматизації, висока ефективність до спалювання сприятиме адаптуванню законодавчої бази для розвитку використання альтернативних видів палива.	2
	3. Широкий діапазон біомаси для використання (солома; качани і стебла кукурудзи; деревина; лушпиння соняшнику, гречки; шкаралупа волоських горіхів тощо) збільшує енергетичний потенціал.	3
СЛiМ	1. Підтримка з боку влади, адаптування законодавчої бази допоможе розвитку біотехнологій в Україні.	3
	2. Використання біоенергетичного потенціалу збільшить приріст іноземних кваліфікованих працівників та сприятиме зростанню якості професійної освіти власних працівників.	2
	3. Інвестиції в необхідне обладнання міжнародних спонсорів та влади дозволить виготовляти власні опалювачі, що будуть відповідати вітчизняним умовам експлуатації.	3
СiЗ	1. Повна готовність до використання, що може бути повністю автоматизоване і вимагатиме мінімум ручної праці	3
	2. Освітлення в засобах масової інформації та інтернеті про широкий діапазон біомаси, яку можна використовувати та енергетичний потенціал зменшить ризик для міжнародних інвесторів.	2
	3. Зменшення можливостей постачальників традиційного палива відбудеться за рахунок адаптування законодавчої бази для розвитку та просуванню виробників біопалива (пелетів).	3

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

СЛІЗ	1. Фінансування задля покращення сервісного обслуговування, доставки пелетів зменшить ризики для інвесторів.	3
	2. Розвиток технології в Україні збільшить можливості для фінансування вітчизняних виробників біопалива (пелетів).	2

2.2 SWOT - аналіз технологій виробництва біогазу

При утилізації біомаси одержують біогаз, який є нетрадиційним енергоносієм. Також при виробництві біогазу залишається нерозщеплена мікроорганізмами органічна маса (шлам) та рідина, яку називають надосадною. Осад можна використовувати як добриво. Основним джерелом біогазу є гній і побічна продукція рослинництва — солома зернових, стебла кукурудзи, гичка цукрових буряків, картопляне бадилля. Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на солону [52, 53].

Основою виробництва біогазу є метаногенез — процес ферментації біомаси за допомогою природної метаногенної мікрофлори. Процес триває 26—30 діб.

Біогаз не підлягає зберіганню. Проблема його зберігання поки що не вирішена. Його недоцільно і згущувати, оскільки окремі компоненти біогазової суміші мають неоднакові фізичні показники. Енергетичну цінність 1 м³ біогазу при змісті метану 50 % можна прирівняти до енергетичної цінності 1 кг сухої речовини— 17,8 МДж. Якщо вміст метану збільшується до 70 %, показник енергоємності підвищується до 25 МДж. Отже, середній показник дорівнює приблизно 21 МДж.

Процес метаногенезу відбувається в анаеробних умовах. Розрізняють 3 етапи метаногенезу. На першому етапі високомолекулярні біополімерні сполуки (вуглеводи, особливо клітковина, білки, нуклеїнові кислоти та ліпіди, жири, жироподібні речовини) розкладаються до низькомолекулярних

Інв.№подл.	Підпис і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підпис і дата	<p style="text-align: center;">ТС 18510209</p>	Арк
						23
Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

органічних речовин — моно- та олігосахаридів, амінокислот і пептидів, пуринових і піримідинових азотистих основ, гліцерину, карбонових кислот, діоксиду вуглецю і водню. Органічні сполуки розкладаються за допомогою гідролаз (ферментів, які здійснюють гідроліз сполук, розщеплюють складні органічні сполуки з приєднанням води). Вони синтезуються анаеробними мікроорганізмами, які не утворюють спор.

На другому етапі метаногенезу з одержаних на першому етапі за допомогою кислотоутворюючих мікроорганізмів утворюються різні органічні кислоти. Ці кислоти окислюються переважно до ацетату і діоксиду вуглецю. Утворюються також водень, аміак, сірководень.

На третьому етапі за участю ферментів, що їх продукують спорові і неспороутворюючі сарцинові і сарциноподібні мікроорганізми, органічні речовини перетворюються на метан і діоксид вуглецю.

Отже, процес метаногенезу здійснюється різними анаеробними мікроорганізмами — метаногенами, які зброджують вуглеводи, розкладають клітковину, білки, пептиди, амінокислоти з утворенням аміаку, спричинюють деструкцію ліпідів та ін.

Біогаз, одержаний з біомаси з великим вмістом клітковини, містить майже однакову кількість метану і діоксиду вуглецю, а при утилізації біомаси, яка містить азотовмісні сполуки і жири, в біогазі більше метану і менше CO². Він має більшу теплотворну здатність. Високоенергетичний біогаз містить близько 75 % метану.

Виробництво біогазу передбачає вирішення наступних завдань: нагромадження і підготовка біомаси, перетворення її в біогаз за рахунок метанового бродіння, раціональне використання продукції метанового бродіння — біогазу й органомінерального добрива [52].

В Україні питання виробництва біогазу вивчаються і для широкого впровадження установок є всі умови: висока щільність поголів'я, побічна продукція рослинництва, зокрема соломи.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Головною умовою безперервної роботи з виробництва біогазу є регулярне подавання біомаси відповідно до об'єму її утилізації. Для цього установки об'єднують у блоки.

Сильні та слабкі сторони виробництва біогазу, можливості та загрози його використання сгруповано у матриці SWOT –аналізу (таблиця 2.3); перелік стратегічних альтернатив розвитку даного виду біопалива наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.3 -SWOT – аналіз виробництва біогазу.

Зовнішнє середовище/ середовище		Можливості	Загрози
Внутрішнє середовище		1. Початкові інвестиції в необхідне обладнання і технічні засоби 2. Державні програми підтримки розвитку 3. Залучення міжнародних спонсорів для розвитку екологічної енергетики 4. Використання сучасного технічного обладнання 5. Доступність інформації про продукцію у засобах масової інформації. 7. Адаптування законів України до європейських (зادля використання потенціалу виготовлення біогазу з решток рослинництва). 8. Наявність висококваліфікованих робітників. 9. Збільшення біогазових установок для виробництва біогазу з відходів рослинництва. 10. Наявність законодавчої бази для розвитку,	1. Недостатнє фінансування для використання потенціалу агросектору для виробництва біоенергії. 2. Невикористання біогазу на транспорті в Україні. 3. Підвищення вартості на виробництво енергії з біомаси. Масове виробництво біомаси вимагає великої, дорогої іригаційної інфраструктури. 4. Відсутність державних стандартів якості багатьох видів біопалива та екологічних вимог щодо його переробки. 5. Відміна «зеленого тарифу». 6. Ризик забруднення екосистеми метановим та вуглекислим газом (контроль в процесі виробництва)

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
25

	<p>а саме: 21 жовтня 2021 р. ухвалено Закон України № 1820-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану», яким встановлено законодавчі основи розвитку ринку біометану в Україні та його експорту, завдяки використанню реєстру біометану; Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку функціонування реєстру біометану» від 22 липня 2022 р. № 823 затверджено Порядок, що визначає вимоги щодо функціонування реєстру біометану</p> <p>11. отримання в результаті виробництва біогазу біодобрив (використання яких, підвищує родючість земель, запобігає їх деградації, зменшує забур'яненість, кислотність, засоленість ґрунтів, сприяє вирощуванню екологічно чистих органічних продуктів);</p> <p>12. можливість отримати додатковий дохід від реалізації побічних продуктів виробництва біогазу, зокрема сірки</p> <p>13. зменшення викидів метану та викидів CO₂ порівняно з традиційними видами палива</p>	7. відсутні відпрацьовані технології збору, обробки та зберігання біомаси
--	--	--

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
26

Сильні сторони			
1. Екологічно чиста технологія	1.Збільшення використання побічної продукції при виготовленні біогазу, наприклад сірки збільшить дохід.	1. Зростання частки сталих екологічно чистих видів енергоносіїв	
2. Використання побічної продукції рослинництва економічно більш вигідні й екологічно чисті.	2. Використання біогазу зменшує викиди метану та викиди CO ₂ порівняно з традиційними видами палива	енергозабезпечення та зміцнить енергетичну безпеку держави, що частково вирішує фінансування для використання потенціалу агросектору для виробництва біоенергії.	
3.можливість використання для опотлення приміщень та для використання як палива в транспорті	3. Отримання в результаті виробництва біогазу біодобрив вирішить проблему підвищення родючості земель та запобігання їх деградації.	2. Адаптування законів України вирішить загрозу відсутності державних стандартів якості багатьох видів біопалива та екологічних вимог щодо його переробки.	
4. Зростання частки сталих екологічно чистих видів енергоносіїв гарантуватиме надійне енергозабезпечення та зміцнить енергетичну безпеку держави.	4. анаеробна переробка сприяє зникненню запахів, пов'язаних зі зберіганням та розкладанням гною, та видаляє патогени, які можуть нести значний ризик для здоров'я людини.	3. Використання побічної продукції рослинництва економічно знизить вартість виробництва енергії з біомаси. Масове виробництво біомаси вимагає великої, дорогої іригаційної інфраструктури.	
6. з використанням біодобрив, отриманих у результаті виробництва біогазу, вирішується проблема підвищення родючості земель та запобігання їх деградації			
7. на глобальному рівні відбувається зменшення викидів парникових газів, що здійснює свій вклад у виконання державою взятих на себе екологічних зобов'язань.			
Слабкі сторони			
1. Відсутня методика економічної оцінки екологічного ефекту від організації виробництва біогазу	1.Збільшення кваліфікованих працівників допоможе розробити методичку економічної оцінки екологічного ефекту від організації виробництва	1. Залучення міжнародних інвесторів через освітлення продукції в засобах масової інформації та інтернету зменшить витрати на виробництво	
2. необхідний тривалий час для доведення			

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

субстрату до стану кінцевого використання (довготривале “дозрівання”);	біогазу.	енергії з біомаси.
3. моновикористання виробництво виключно добрив, які часто залишаються невикористаними повному обсязі в межах одного господарства	2. Співпраця міжнародними організаціями споживачами біогазу дозволить розширити виробництво біогазу та знайти фінансування для збільшення виготовлення біоенергії.	2. Налагодження структури очищення біогазу для подальшого використання в транспортних засобах задля переходження на альтернативне паливо та мінімізацію витрат на добування традиційних джерел енергії.
4. для передачі в газотранспортні системи потребує проведення очистки від домішок (сірководню та вуглекислого газу) та збільшення вмісту метану до рівня природного газу (95 – 99 відс.)	3. Можливість отримати додатковий дохід від реалізації побічних продуктів виробництва біогазу, зокрема сірки дозволить зменшити витрати на виготовлення біогазу	
5. Виробництво біогазу потребує значних фінансових інвестицій		

Таблиця 2.4 – Перелік стратегічних альтернатив розвитку виробництва біогазу

Поле матриці і SWOT	Стратегічні альтернативи, що сформувалися на основі парних комбінацій сильних і слабких сторін підприємства з можливостями та загрозами в зовнішньому середовищі	Оцінка факторів, у балах
СіМ	1. Збільшення використання побічної продукції при виготовленні біогазу, наприклад сірки, збільшить дохід.	2
	2. Використання біогазу зменшує викиди метану та викиди CO ₂ порівняно з традиційними видами палива	2
	3. завдяки використанню біодобрив, отриманих у результаті виробництва біогазу, вирішується проблема підвищення родючості земель та запобігання їх деградації.	3

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

TC 18510209

Арк

28

	4. анаеробна переробка сприяє зникненню запахів, пов'язаних зі зберіганням та розкладанням гною, та видаляє патогени, які можуть нести значний ризик для здоров'я людини	3
СЛіМ	1. Збільшення кваліфікованих працівників допоможе розробити методичку економічної оцінки екологічного ефекту від організації виробництва біогазу.	3
	2. Співпраця с міжнародними організаціями та споживачами біогазу дозволить розширити виробництво біогазу та знайти фінансування для збільшення виготовлення біоенергії.	2
	3. Можливість отримати додатковий дохід від реалізації побічних продуктів виробництва біогазу, зокрема сірки, дозволить зменшити витрати на виготовлення біогазу	3
СіЗ	1. Зростання частки сталих екологічно чистих видів енергоносіїв гарантуватиме надійне енергозабезпечення та зміцнить енергетичну безпеку держави, що частково вирішує фінансування для використання потенціалу агросектору для виробництва біоенергії.	2
	2. Адаптування законів України вирішить загрозу відсутності державних стандартів якості багатьох видів біопалива та екологічних вимог щодо його переробки.	3
	3. Використання побічної продукції рослинництва економічно пом'якшить вартість на виробництво енергії з біомаси. Масове виробництво біомаси вимагає великої, дорогої іригаційної інфраструктури.	3
СЛіЗ	1. Залучення міжнародних інвесторів через освітлення продукції в засобах масової інформації та інтернету зменшить витрати на виробництво енергії з біомаси.	3
	2. Налагодження структури очищення біогазу для подальшого використання в транспортних засобах задля переходження на альтернативне паливо та мінімізацію витрат на добування традиційних джерел енергії.	2

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
29

2.3 SWOT - аналіз технологій виробництва біоетанолу

Існує три способи застосування біоетанолу як моторного палива [2]:

- як добавка до бензину від 5 до 15% (E5, E10, E15) для використання у звичайних бензинових двигунах. Таке паливо маркується буквою "E" та цифрою, що позначає відсоток вмісту спирту. Наприклад, E10 - це суміш, що містить 10% біоетанолу та 90% бензину;
- у вигляді сумішей із вмістом етанолу до 85% (E20, E30, E85) для використання в автомобілях з двигунами з універсальним споживанням палива;
- для синтезу етилтретбутилового ефіру (ЕТБЕ) - високооктанового компоненту бензину, який має переваги над біоетанолом.

У біоетанолу є один істотний недолік: при низьких температурах двигун, що працює на 100%-му біоетанолі важко запускається. Проблема вирішується за допомогою додавання невеликої частки (близько 5%) бензину.

Незважаючи на окремі труднощі та недоліки, розвиток внутрішнього виробництва біоетанолу можливо забезпечити через:

- безпосереднє змішування на АЗС;
- створення окремих технологічних циклів на нафтопереробних заводах;
- створення відокремлених схем змішування на нафтобазах.

В Україні вже є нормативно-правова база для технічного регулювання комерційного обігу палив з додаванням біоетанолу для бензинових двигунів [2].

По-перше, це Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, судових та котельних палив, який передбачає додавання у бензини етанолу із вмістом до 10%.

По-друге, це низка діючих державних стандартів України, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів E5, E7, E10, біоетанолу, стабілізуючих добавок для додавання біоетанолу, основні положення системи

Інв.№подл.	Підпис і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підпис і дата	ТС 18510209	Арк
						30
Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

розробки та постачання продукції нафтопереробки та нафтохімії на виробництво.

По-третє, зазначені документи управління якістю розроблені на основі міжнародних систем якості і уніфіковані зі стандартами Європейського союзу [2].

Отже, палива моторні альтернативні, що вироблені з дотриманням зазначених вимог якості, є продукцією, яку можна безпечно використовувати в бензинових двигунах внутрішнього згорання.

Сильні та слабкі сторони виробництва біоетанолу, можливості та загрози його використання сгруповано у матриці SWOT –аналізу (таблиця 2.5); перелік стратегічних альтернатив розвитку даного виду біопалива наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.5 - SWOT –аналіз виробництва біоетанолу

	Можливості	Загрози
Зовнішнє середовище/ Внутрішнє середовище	1. запровадження введення інноваційних присадок, які значно сповільнюють усі процеси взаємної кластеризації молекул води та метану. 2. синтез етилтретбутилового ефіру - високооктанового компоненту бензину, який має переваги над біоетанолом. 3. Початкові інвестиції в необхідне обладнання і технічні засоби 4. імпорт додаткових присадок, які запобігають корозії паливної системи транспортного засобу	1. Достовірні дані щодо рівня виробництва та споживання біоетанолу для моторного пального відсутні. 2. Відносно невисока енергоефективність біоетанолу - для того, щоб використовувати в двигунах згорання потрібно поєднувати з бензином. 3. Традиційна нестабільність державної політики та законодавства 4. Недостатньо амбіційні цілі, встановлені в енергетичній стратегії України. 5. Сильні «лобістські»

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
31

	<p>сумішей, розвитку мікроорганізмів у них</p> <p>5. Державні програми підтримки</p> <p>6. Залучення міжнародних спонсорів для розвитку екологічної енергетики</p> <p>7. Використання сучасного технічного обладнання</p> <p>8. створення відокремлених схем змішування на нафтобазах</p> <p>9. створення окремих технологічних циклів на нафтопереробних заводах</p> <p>10. запровадження безпосереднього змішування біоетанолу на АЗС</p> <p>11. Технічний регламент щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив, який передбачає додавання у бензини етанолу із вмістом до 10%.</p> <p>12. наявність діючих державних стандартів України, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів Е5, Е7, Е10, біоетанолу, стабілізуючих добавок для додавання біоетанолу</p>	<p>можливості постачальників традиційного палива та виробництва з нього теплової енергії.</p> <p>6. Відміна «зеленого тарифу».</p> <p>7. відсутні відпрацьовані технології збору, обробки та зберігання біомаси</p>
--	---	---

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Сильні сторони		
<p>1. застосування біоетанолу як заміника імпорного метилового спирту у газовидобутку в якості інгібітора гідратуоутворення</p> <p>2. використовується як добавка до бензину від 5 до 15% (E5, E10, E15) для використання у звичайних бензинових двигунах.</p> <p>3. Використання побічної продукції рослинництва економічно вигідні й екологічно чисті.</p> <p>4. Зростання частки сталих екологічно чистих енергоносіїв, гарантуватиме надійне енергозабезпечення громад, зміцнить енергетичну безпеку держави.</p>	<p>1. Завдяки діючих державних стандартів України, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів E5, E7, E10, біоетанолу, стабілізуючих добавок для додавання біоетанолу зростає частка сталих екологічно чистих видів енергоносіїв, що гарантуватиме надійне енергозабезпечення громад, зміцнення енергетичну безпеку держави.</p> <p>2. синтез етилтретбутилового ефіру (ЕТБЕ) високооктанового компоненту бензину, що збільшить енергоефективність ніж в етанолу.</p> <p>3. створення відокремлених схем змішування на нафтобазах та використання сучасного технічного обладнання дозволить швидше та в більших об'ємах використовувати біоетанол в двигунах транспортних засобах та як заміника імпорного метилового спирту у газовидобутку в якості інгібітора гідратуоутворення</p>	<p>1. Використання чистого біоетанолу шкідливо впливає на працездатність двигунів, тому його поєднують з бензином.</p> <p>2. Використання побічної продукції рослинництва економічно вигідно та екологічно чисто, що спонукає підримки с боку влади зеленим тарифом.</p> <p>3. Реалізація амбіційних цілей, встановлених в енергетичній стратегії України дозволить залучити міжнародних спонсорів для розвитку екологічної енергетики</p>

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Слабкі сторони		
<p>1. Малорозвинена технологія в Україні.</p> <p>2. при низьких температурах двигун, що працює на 100%-му біоетанолі важко запускається.</p> <p>3. Більш широке застосування етанолу гальмується його високою ціною та обмеженістю пропозицій на ринку</p> <p>4. В Україні наразі нема закону, який зобов'язує використовувати паливні суміші на основі біоетанолу, як і закон, який забороняє їх використання.</p> <p>5. Виробництво біоетанолу, що декларується низкою українських підприємств, викликає серйозні сумніви щодо його якості та відповідності нормам ЄС.</p>	<p>1. Проблему в запусканні двигуна при низьких температурах, що використовує 100 відсотків біоетанолу вирішується допомогою додавання невеликої частки (близько 5%) бензину.</p> <p>2. Наявність діючих державних стандартів України, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів E5, E7, E10, біоетанолу, стабілізуючих добавок дасть широке застосування етанолу в транспортному напрямку.</p> <p>3. Створення та адаптування законодавчої бази України задля зобов'язкового використання відсотка біоетанолу в паливі зменшить негативний вплив парникових газів на навколишнє середовище.</p> <p>4. Підвищення кваліфікації працівників виготовлення біоетанолу допоможе екологічному розвитку України.</p>	<p>1. Створення та дотримання відповідних норм якості ЄС щодо етанолу створить дані щодо рівня виробництва та споживання біоетанолу для моторного пального.</p> <p>2. Підвищення якості біоетанолу в Україні мінімізує шкідливий вплив на двигуни та дасть можливість експортувати паливо міжнародним споживачам збільшуючи економічний потенціал держави.</p>

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.6 – Перелік стратегічних альтернатив розвитку біоетанолу

Поле матриці SWOT	Стратегічні альтернативи, що сформувалися на основі парних комбінацій сильних і слабких сторін підприємства з можливостями та загрозами в зовнішньому середовищі	Оцінка факторів, у балах
СiМ	1. Завдяки діючих державних стандартів України, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів E5, E7, E10, біоетанолу, стабілізуючих добавок для додавання біоетанолу зростає частка сталих екологічно чистих видів енергоносіїв, що гарантуватиме надійне енергозабезпечення держави.	3
	2. синтез етилтретбутилового ефіру (ЕТБЕ) - високооктанового компонента бензину, що збільшить енергоефективність ніж в етанолу.	2
	3. створення відокремлених схем змішування на нафтобазах та використання сучасного технічного обладнання дозволить швидше та в більших об'ємах використовувати біоетанол в двигунах транспортних засобах та як заміника імпортного метилового спирту у газовидобутку в якості інгібітора гідратуутворення	2
СЛiМ	1. Проблема при запуску двигуна при низьких температурах, що використовує 100 відсотків біоетанолу, вирішується за допомогою додавання невеликої частки (близько 5%) бензину.	3
	2. Наявність діючих державних стандартів, які визначають технічні вимоги до спиртовмісних бензинів E5, E7, E10, біоетанолу, стабілізуючих добавок дасть широке застосування етанолу в транспортному напрямку.	3
	3. Створення та адаптування законодавчої бази України задля обов'язкового використання відсотка біоетанолу в паливі зменшить негативний вплив парникових газів на навколишнє середовище.	2
	4. Підвищення кваліфікації працівників виготовлення біоетанолу сприятиме екологічному розвитку України.	2

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

СіЗ	1. Використання чистого біоетанолу шкідливо впливає на працездатність двигунів, тому його поєднують з бензином.	3
	2. Використання побічної продукції рослинництва економічно вигідно та екологічно чисто, що спонукає підтримки з боку влади зеленим тарифом.	2
	3. Реалізація амбіційних цілей, встановлених в енергетичній стратегії України дозволить залучити міжнародних спонсорів для розвитку екологічної енергетики	3
СЛіЗ	1. Створення та дотримання відповідних норм якості ЄС щодо етанолу створить дані щодо рівня виробництва та споживання біоетанолу для моторного пального.	3
	2. Підвищення якості біоетанолу в Україні мінімізує шкідливий вплив на двигуни та дасть можливість експортувати паливо міжнародним споживачам збільшуючи економічний потенціал держави.	3

Як свідчить проведений аналіз, для розвитку виробництва альтернативних видів палива існують однакові проблеми: це відсутність достатньої підтримки з боку держави, недостатність інвестицій, фінасова нестабільність вітчизняних виробників; недостатня кількість досвідченого персоналу; обмежена кількість та висока ціна вітчизняного обладнання; відсутність затверджених державних стандартів отриманого палива.

Крім того, попри всі свої переваги та перспективи розвитку, виробництво альтернативних видів палива має певні ризики, а саме:

- надмірна експлуатація природних ресурсів; наявність ризику збезлісення; проблема монокультурності - мононасадження, які є виснажливими для ґрунту;
- зміни в мікросередовищі ґрунту. Підготовка земель до культивування енергокультур, активне застосування пестицидів та гербіцидів забруднює ґрунт і внутрішні води;

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

TC 18510209

Арк
36

3 ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ В ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО

3.1 Екологічність перероблення відходів рослинного походження в тверде біопаливо

Переваги окремих видів переробки рослинних відходів хлібопекарного виробництва в біопаливо розглядались в розділі 2.

Враховуючи те, що основним видом відходів у хлібопекарському виробництві є солома, акцентуємо увагу на перевагах виробництва твердого біопалива (пелет та гранул), оскільки одним із основним видів сировини для даного виду палива є саме солома.

Пелети як різновид біопалива останнім часом набуває все більшої популярності, оскільки вирішує проблему не тільки високоякісного та дешевого палива, але й є екологічно ефективним способом переробки рослинних відходів.

Найпоширенішими речовинами, що забруднюють атмосферу, є оксид вуглецю CO, двоокис вуглецю CO₂ і сірки SO₂, оксиди азоту NO, летючі вуглеводні, пил.

Викиди енергетичних установок ТЕЦ та котелень залежать від виду використовуваного палива і режимів роботи обладнання. Так, при спалюванні палива найбільше утворюється CO, CO₂ і водяної пари. Але в атмосферу разом з ними потрапляють і інші шкідливі речовини: оксид вуглецю, сажа, вуглеводні, бензапірен C₂₀H₁₂, зола, оксиди сірки, азоту, свинцю та деякі інші. Наприклад, ТЕЦ потужністю 2,5 млн кВт за добу витрачає близько 20 тис. тн вугілля і викидає в атмосферу 700 тн оксиду і діоксиду вуглецю, оксидів азоту та близько 200 тн твердих частинок (золи, сажі, пилу).

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
38

Натомість тверде біопаливо визнано CO₂-нейтральним, тобто при його спалюванні обсяг вуглекислого газу, що потрапляє в атмосферу, не перевищує обсягу викидів, який би утворився при природному розкладанні деревини (чи іншого виду рослинних відходів).

При використанні пелет викиди парникових газів зменшуються на 90%, порівняно з вугіллям. При згорянні не утворюється сірка, інші шкідливі речовини, виділяється менша кількість вуглекислого газу. Забруднюючі речовини в процесі зберігання готової продукції не виділяються.

Порівняльний аналіз рівнів викидів шкідливих речовин в атмосферу при використанні різних видів палива наведено у таблиці 3.1 [41].

Таблиця 3.1 Порівняльний аналіз рівнів викидів шкідливих речовин в атмосферу при використанні різних видів палива [41]

Вид палива	Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферу без систем очищення (тонн на 1 тис. тонн нат. палива)				
	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Тверді частки	Разом
Природний газ	1,18	3,52	0,00	0,00	4,70
Пелети	4,68	9,31	0,28	4,11	17,69
Дрова	4,9	9,4	0,3	4,3	18,9
Деревна тирса	5,0	9,6	0,5	5,0	20,0
Деревні відходи, обрізки	5,2	9,9	0,4	5,2	20,7
Тріска, кора	5,6	11,4	0,8	13,4	31,3
Мазут	5,2	5,2	35,3	0,3	45,9
Брикет торф'яний	8,04	26,81	3,0	13,02	50,87
Кам'яне вугілля	9,58	63,65	9,20	65,32	147,66

Як свідчать показники таблиці, деревні пелети є найменшим джерелом шкідливих викидів в атмосферу, порівняно з іншими видами твердого палива.

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

Ви Арк № докум. Підпис Дата

ТС 18510209

Арк
39

Так, порівняно до торф'яних брикетів викиди знижено на 65,2 відс., до мазуту – на 1,5 відс., до кам'яного вугілля – у 8,3 раза.

При виробництві пелет вплив на водне середовище є незначним (вода використовується на виробничі потреби та господарчо-питні). Технологія виробництва не потребує значної кількості водних ресурсів та не передбачає викиди у водоймища.

Для виготовлення пелет використовується практично будь-яка біомаса, що характеризується достатніми показниками енергетичної цінності, і що має необхідні фізичні властивості для пресування. Сировиною для виробництва пелет є не лише деревні відходи, але й різного виду відходи рослинного походження (солома, лушпиння, трава, торф, тощо). Крім того, технології виробництва пелет дозволяють в якості сировини використовувати тверді побутові відходи (наприклад, папір).

Пелети визнані найбільш екологічним видом палива багатьох країнах. Зокрема, такий напрямок сприяє:

- розвитку промислового обладнання;
- впровадженню інноваційних розробок;
- створенню інфраструктури;
- удосконаленню технологій виробництва

Не слід забувати і про економічну складову. Лінії по виробництву твердого біопалива є дешевшими, ніж обладнання, скажімо, по виробництву біогазу (біометану). Наприклад, установка по виробництву пелет коштує від 73,0 тис грн., якісна лінія по виробництву біогазу (біометану) – близько 1,6 млн. гривень. Плюс процес виробництва біогазу є технологічно складнішим, потребує більш досвідченого та кваліфікованого персоналу. Так, зокрема, для використання біогазу як палива для двигунів внутрішнього згорання необхідно попереднє очищення біогазу від води, сірководню і вуглекислоти.

Натомість, тверде біопаливо повністю готове до використання та не потребує додаткових витрат. Крім того, саме пелети є більш затребуваним

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
40

видом біопалива серед населення, оскільки мають високі показники теплоутворення. Таким чином, виробництво пелет є безвідходним, екологічним та економічно недорогим.

3.2 Основні характеристики твердого біопалива (паливних гранул/брикетів)

Паливні гранули мають значні переваги порівняно з традиційними видами палива. Так для їх виробництва витрачається близько 3 % енергії, при цьому під час виробництва нафти енерговитрати складають близько 10 %, при виробництві електроенергії — 60 %. Також теплотворна здатність пелет коливається у межах від 4,5 до 5,0 кВт/кг, що в 1,5 раз більше, ніж у звичайної деревини і вугілля. При спалюванні 2000 кг паливних гранул виділяється стільки ж теплової енергії, як і при спалюванні: 3200 кг деревини, 957 м³ газу, 1000 л дизельного палива, 1370 л мазуту. Горіння паливних гранул в топці котла відбувається більш ефективно — кількість залишків (золи) не перевищує 0,5 - 1,0 % від загального об'єму використаного палива.

Технологія виробництва пелет передбачає спресування біоматеріалу під великим тиском без використання сполучних речовин.

Порівняльний аналіз основних показників (таких як вологість, теплотворна здатність, вміст сірки, золи та вуглекислого газу) різного виду палива наведена у таблиці 3.2.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
41

Таблиця 3.2 Порівняльна характеристика різного виду палива

<i>Вид палива</i>	<i>Вологість матеріалу, %</i>	<i>Теплотворна здатність, МДж/кг</i>	<i>Вміст сірки, %</i>	<i>Вміст золи, %</i>	<i>Вміст вуглекислого газу, кг/ГДж</i>
Природний газ, МДж/м ³	-	35-38	0	0	57
Камяне вугілля	-	15-25	1-3	10-35	60
Паливо для двигунів	-	42,5	0,2	1	78
Мазут	-	42	1,2	1,5	78
Гілки плодкових дерев	20	10,5	-	-	-
Виноградна лоза	20	14,2	-	-	-
Тріски дерев, опилки	40-45	10,5-12	0	2	0
Брикети з деревини	7-8	16,8-21	-	-	-
Гранули з деревини	9-10	17,5-19,5	0,1	1	0
Солома	20	10,5-12,5	-	-	-
Солома в тюках	14-17	14,2	-	-	-
Гранули з соломи	8-10	16,5-18,8	0,2	4	0
Брикети з соломи	6-10	15,4-21	-	-	-
Брикети з полови	-	16,7	-	-	-
Стебла соняшника	20	12,5	-	-	-
Брикети з лузги соняшника	6-8	21,0-21,8	-	-	-
Гранули з лузги соняшника	6-8	18,5-20	-	-	-
Стебла кукурудзи	20	12,5	-	-	-
Брикети з качанів	-	18	-	-	-

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

TC 18510209

Арк

42

Ви Арк № докум. Підпис Дата

Основні параметри, що характеризують даний різновид біопалива [7]:

- габаритні розміри (діаметр та середня довжина),
- теплотворна здатність (теплота згорання),
- зольність, вміст вологи, питома щільність, насипна щільність,
- вміст хімічних елементів (хлор, азот, сірка та ін.),
- вміст інших компонентів та домішок.

Розглянемо кожний параметр більш детально.

Діаметр і середня довжина

Переробка рослинної біомаси відбувається шляхом гранулювання або брикетування, внаслідок чого отримують кінцевий продукт переробки - паливні гранули або брикети відповідно:

- паливні гранули — це спресовані частинки рослинного походження, що мають форму циліндрів максимального діаметра до 25 мм і завдовжки від 10 до 50 мм,

- паливні брикети — спресовані вироби циліндричної, прямокутної або будь-якої іншої форми, довжиною 100–300 мм та діаметром від 60 до 75 мм.

Оскільки паливні брикети мають більш широке застосування і не вимагають спеціальних установок для їх спалювання (є альтернативою дровам), то відповідно їх розмір може змінюватись і залежить від вимог кінцевого споживача (довжина, здебільшого, повинна дорівнювати п'ятикратному значенню діаметра).

Натомість, для паливних гранул прийняті більш жорсткі вимоги до розмірів. Це зумовлено їхнім використанням у паливних котлах з автоматизованою системою подачі (шнеками, транспортерами тощо), тому найпоширенішими є діаметри в межах від 6 до 8 мм. Зразки паливних гранул наведено на рисунок 3.1

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
43



Рисунок 3.1 Зразки паливних гранул, залежно від виду вихідної сировини:
 а) лушпиння гречки; б) солома зернових культур; в) деревна стружка;
 г) торф; д) лушпиння соняшнику; ж) лушпиння рису

Теплота згоряння

Теплотою згоряння біомаси називається кількість тепла, що виділяється при згорянні 1 кг речовини. Розрізняють вищу і нижчу теплоту згоряння. Вища теплота згоряння — це кількість тепла, що утворилась при згоранні 1 кг біомаси при повній конденсації пари води, що виникла під час горіння, з віддачею тепла, витраченого на її випаровування (так званої прихованої теплоти пароутворення).

Нижча теплота згоряння — кількість тепла, що виділилася при спалюванні 1 кг біомаси, без врахування тепла, витраченого на випаровування вологи, що утворилася при згорянні цього палива.

Процес вимірювання теплоти згорання біопалива проводиться у так званій «калориметричній бомбі» в спеціалізованих лабораторіях. Теплоту згоряння вимірюють зазвичай у МДж/кг або кДж/кг, причому за основу може бути прийнята маса вологого, сухого або сухого беззольного палива. Відповідно до більшості стандартів теплота згорання паливних гранул коливається у межах 18 ± 1 МДж/кг, в залежності від виготовленої сировини.

Зольність

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Зольністю називають вміст мінеральних речовин у паливі, що залишаються після повного згоряння усієї горючої маси. Зола впливає на якість палива, оскільки знижує вміст горючих елементів і ускладнює експлуатацію топкового обладнання. При проведенні аналізів вміст золи обраховується на суху масу палива.

Зміст золи в паливних гранулах повинен складати за європейськими стандартами менше 1,5 %. Необхідно звернути увагу, що при спалюванні біомаси в промислових установках з автоматичним золовидаленням, зольність паливних гранул не має великого значення.

Вміст вологи

Вологість біомаси — це кількісна характеристика, що показує вміст у біомасі вологи. Виділяють абсолютну і відносну вологість біомаси.

Абсолютною вологістю називають відношення маси вологи до маси сухої сировини.

Відносну або робочу вологість обраховують як відношення маси вологи до маси вологої сировини.

В цілому вологість впливає безпосередньо на теплотворність біопалива. Низький вміст вологи передбачає постійну ефективність спалювання. Вологість суттєво впливає на якість паливних гранул, так, при вологості сировини понад 14 % знижується щільність гранул і, як наслідок випаровування вологи, в них утворюються тріщини, що знижують їх міцність.

Питома щільність

Питома щільність якісних паливних гранул визначається в діапазоні від 1 до 1,4 кг/дм³, і може змінюватись в залежності від виду сировини, з якої утворено кінцевий продукт.

Насипна щільність

Насипна щільність — це співвідношення між вагою паливних гранул і кількістю займаного простору. При гранулюванні біомаси її насипна щільність зростає з 100 до 650 кг/м³.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
45

Наприклад, якісні брикети мають насипну щільність не менше 650 кг/м³. Щільність є основним фактором, що впливає на механічну міцність, водостійкість та калорійність паливних гранул. Чим щільніші паливні гранули, тим вище показники їх якості. Так, при щільності гранул в межах від 650 до 750 кг/м³ теплота їх згоряння буде складати від 12 до 14 МДж/кг, а при щільності від 1200 до 1300 кг/м³ – 25-31 МДж/кг.

Вміст хімічних елементів (хлору, азоту, сірки)

Низький вміст окремих хімічних елементів (таких як хлор, азот та сірка) свідчить про те, що брикети виготовлені з якісної екологічно чистої сировини. В свою чергу, високий вміст хімічних домішок в димових газах може призвести до корозії металевих поверхонь паливного обладнання.

Вміст інших компонентів та домішок

Домішки можуть використовуватись як сполучні елементи. При застосуванні якісних технологій та якісної сировини з незначним вмістом вологи в пресоване тверде біопаливо не додається жодних інших компонентів.

Не слід забувати, що процес виробництва паливних гранул та брикет потребує постійного та своєчасного контролю якості параметрів вихідної продукції. У виробничих умовах не завжди є можливим дотримання необхідних параметрів кінцевої продукції через певні фактори: неоднорідність якості вхідної сировини, нестабільність процесу виробництва продукції та ін.

Проте саме відповідність кінцевої продукції заданим критеріям якості і визначає її вартість.

Говорячи про якість виробленої продукції, необхідно звернути увагу, що паливні гранули є стандартизованим видом біопалива, проте у різних країнах прийняті різні стандарти виробництва твердого біопалива.

Однак до теперішнього часу ще не встановлено вітчизняного стандарту на паливні гранули, окрім проекту ДСТУ «Брикети та гранули паливні. Технічні умови. Частина 1. Брикети та гранули паливні з деревинної сировини»,

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ТС 18510209	Арк
						46

розробленого в Національному університеті біоресурсів і природокористування України ще у 2011 році.

Єдиного Європейського стандарту на паливні гранули також поки не існує, тому нижче наводиться перелік окремих діючих національних стандартів: Австрія — ONORM M 7135 Austrian Association pellets (briquettes and pellets); Англія — The British BioGen Code of Practice for biofuel (pellets); Німеччина — DIN 51731 (briquettes and pellets); США — Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet); Швейцарія — SN 166000 (briquettes and pellets); Швеція — SS 187 120 (pellets) (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 Показники якості паливних гранул за вимогами сертифікатів країн Європи для соломи.

<i>Назва параметру</i>	<i>Показник</i>
Діаметр, мм	6
Довжина, мм	$3,15 \leq L \leq 40$
Щільність, кг/дм ³	Не має
Вологість, %	≤ 10
Насипна маса, кг/м ³	≥ 600
Брикетний пил, %	≤ 1
Зольність, %	$\leq 3,0$
Теплота згорання, МДж/кг	$\geq 16,0$
Температура плавлення золи, °С	≥ 1100
Вміст сірки, %	$\leq 0,05$
Вміст азоту, %	$\leq 0,5$
Вміст хлору, %	$\leq 0,3$
Миш'як, мг/кг	≤ 1
Свинець, мг/кг	≤ 10
Хром, мг/кг	≤ 10
Мідь, мг/кг	≤ 10
Цинк, мг/кг	≤ 100
Ртуть, мг/кг	$\leq 0,1$
Кадмій, мг/кг	$\leq 0,5$
Нікель, мг/кг	≤ 10
Закріплювач, %	Не має

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
47

Як вже зазначалось вище, на сьогодні в Україні не існує єдиних стандартів на паливні гранули та брикети, тому більшість виробників бере за основу європейські стандарти або винаходять свої. Крім того, діючи західноєвропейські стандарти включають не лише стандарти безпосередньо паливні гранули, а також – вимоги до їх виробництва, зберігання і транспортування.

Відповідність паливних гранул вітчизняного виробництва окремим європейським стандартам наведена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Характеристика якості зразків твердопаливних виробництв України

<i>Параметри</i>	<i>Паливні гранули деревні світлі</i>	<i>Паливні гранули з лушпиння соняшнику</i>	<i>Паливні гранули з соломи</i>
Відповідність стандарту	DIN 51731. DIN plus	EN-B	EN-B
Мета використання	Для побутових споживачів	Для котелень (тепло- та електростанції)	Для котелень (тепло- та електростанції)
Сировина	Хвойні породи, дуб, бук, осик, тополя	Лушпиння соняшника	Солома пшениці, проса, гречки
Діаметр, мм	6;8	6;8	6;8
Довжина, мм	≤ 50	10-50	10-50
Щільність, кг/дм ³	≥ 1,12	1-1,4	1-1,2
Вміст вологи, %	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Зольність, %	0,33-0,9	≤ 2,6	≤ 8
Вміст сірки, %	≤ 0,04	≤ 0,01	Відсутній
Теплота згорання, МДж/кг	≥ 18	17,9 – 19,9	15 – 19,8
Насипна щільність, кг/дм ³	0,65	0,6-0,64	0,585
Фасування	Насипом у вагонах-хопперах, біг – бегах(1т.), мішках по 15-35 кг		

Порівняльний аналіз показників таблиць 3.2 та 3.3 свідчить про загальну відповідність основних характеристик твердого біопалива вітчизняного виробництва європейським стандартам.

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

Так, у всіх наведених зразках вміст вологи не перевищує 10 %, що є основним критерієм відсутності руйнування паливних гранул в ході їх транспортування.

За вмістом сірки вітчизняні виробники витримують вимоги від менше за 0,01 % до 0,04 % (для порівняння – в західноєвропейських зразках вміст сірки повинен бути меншою за 0,04 %, а за окремими стандартами – менше 0,08 %). Теплота згорання твердого біопалива також перевищує нормативні показники європейських стандартів на рівні від 15 до 19,9 МДж/кг (максимальне значення європейських критеріїв – 19,5 МДж/кг).

Затверджена європейськими стандартами величина зольності (0,5 %) практично недосяжна для вітчизняних виробників, лише проби паливних гранул, виготовлені з тирси окремих деревних порід досягають показників стандартів DIN 51731 та DIN plus, та коливаються від 0,33 до 0,9 %. На жаль, паливні гранули, виготовлені з лушпиння соняшнику та соломи, перевищують нормові значення зольності (від 2,6 та до 8 % відповідно), що має негативний вплив на їх показники якості та використання для котелень (тепло- та електростанцій).

В цілому, можна зробити висновок про досить високу якість паливних гранул вітчизняного виробництва. Хоча з метою створення конкурентоспроможної енергетичної продукції вітчизняного виробництва та виходу на Європейський ринок необхідно запровадити виробництво твердого біопалива у відповідності до вимог тих країн, де ця продукція буде реалізовуватися.

3.3. Основні етапи технології виробництва паливних гранул із рослинної біомаси

Основними етапами виробничого процесу отримання паливних гранул із рослинної біомаси є [5]:

- велике подрібнення,

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
49

- сушіння,
- дрібне подрібнення,
- зволоження,
- пресування,
- охолодження,
- фасування.

Розглянемо більш детально кожен з етапів виробничого процесу.

Велике подрібнення

Попередньо зв'язану в тюки або рулони сировину рухомими транспортерами подають до великої дробарки для подрібнення. Розмір подрібнених часток не повинен перевищувати 10 мм. Велике подрібнення дозволяє швидко і якісно підготувати сировину для сушки та до подальшого подрібнення в дрібній дробарці.

Сушіння

Показник вологості сировини має значний вплив на якість кінцевого продукту. Біомаса з вологістю більше 15 % погано пресується, особливо пресами з круглими матрицями. Тому сировина перед пресуванням повинна мати вологість в межах від 8 до 12 %. Для отримання якісного продукту вологість повинна складати 10 ± 1 %.

Для доведення вологості сировини до нормативних показників використовують сушарки барабанного або стрічкового типу. Вибір типу сушарки визначається видом сировини, вимогами до якості продукції і джерелом одержуваної теплової енергії.

Для сушіння дрібних відходів (тирса стружка та ін.) застосовують сушарки барабанного типу, а для подрібнених кускових відходів - стрічкові. Якщо використовувати барабанну сушарку для сушіння подрібнених кускових відходів, то це спричинить зниження коефіцієнта корисної дії процесу сушіння. Температура на вході в барабанну камеру може дорівнювати 60°C . У цьому типі сушарок напрямок руху сушильного агента і сировини збігається, тому

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
50

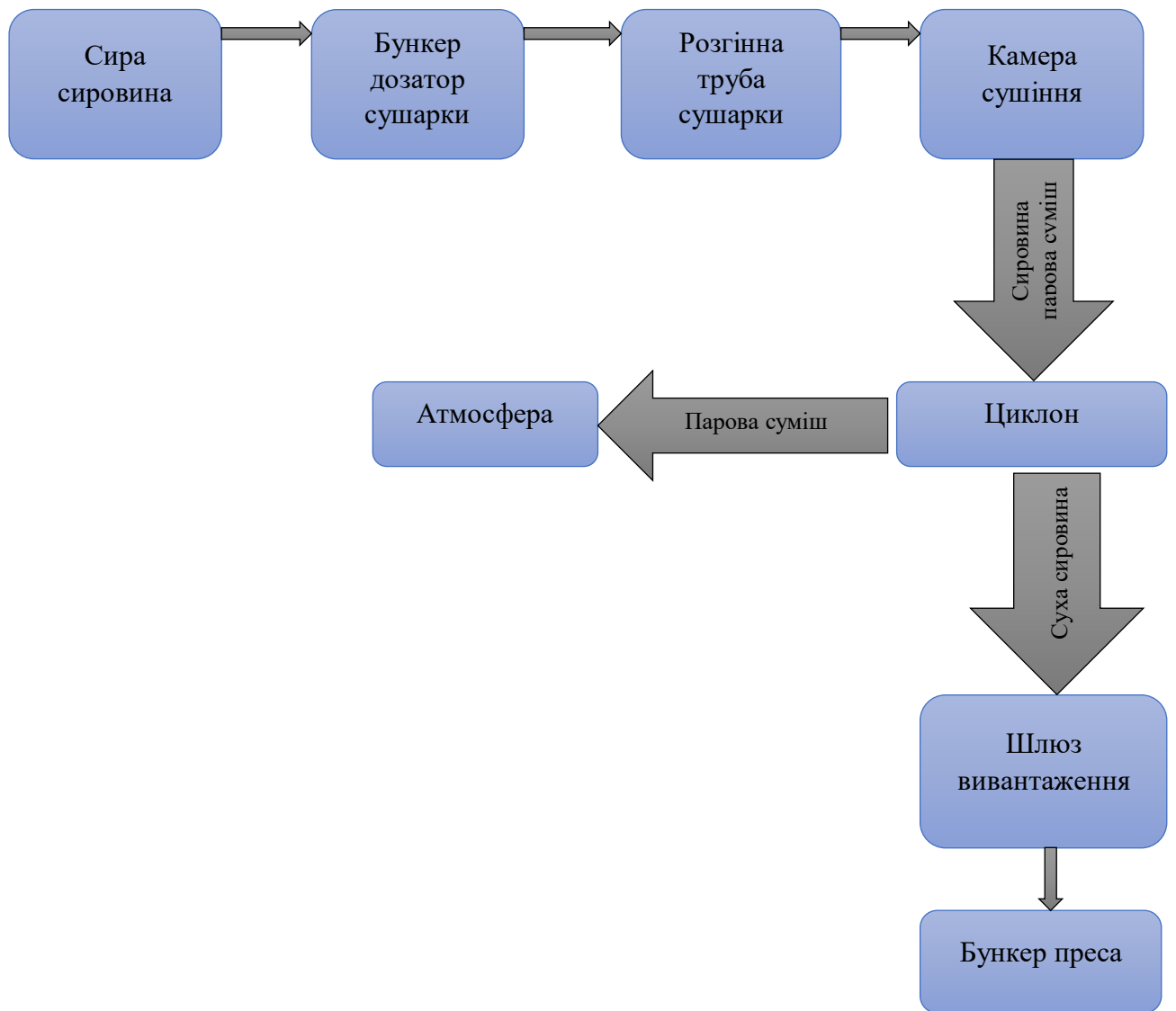


Рисунок 3.2 Блок – схема етапу сушіння

Необхідно сказати, що в технологічному процесі виробництва твердого біопалива сушка є найбільш енергоємним процесом.

Дрібне подрібнення

Відповідно до технологічних вимог для пресування сировина повинна мати фракцію з розмірами частинок до 4 мм. Для отримання більш якісного кінцевого продукту насипна вага після подрібнення повинна складати 150 кг/м³ ±5 %, а основний розмір часток не повинен перевищувати 1,5 мм.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

Кускові відходи подрібнюють за допомогою дробильних установок до розмірів меншими, ніж 25x25x2 мм. Це дає змогу швидко і якісно висушити сировину і підготувати її до подальшого подрібнення на частинки необхідної фракції. Здебільшого з цією метою застосовують молоткові дробарки, оскільки вони є найбільш оптимальними для процесу подрібнення зокрема соломистої маси.. Завдяки застосуванню двох рівневого етапу подрібнення є можливість отримання більш однорідної сировини і зниження загальних витрат електроенергії.

Зволоження (кондиціонування)

Сировина з вологістю менше 8 % погано піддається «склеюванню» під час пресування, а готова продукція (паливні гранули) в процесі подальшого механічного впливу (фасування, навантаження, транспортування та ін.) втрачає початкові габаритні розміри, подрібнюється та утворюються пилоподібні частини, що негативно впливає на її якість. Саме тому занадто суху сировину слід зволожити до нормативних значень вологості необхідних для пресування. Для проведення зволоження сировини використовують установку дозування води, шнекові змішувачі, в яких вбудовані входи для подачі води або пари.

Робота гранулятора без системи кондиціонування дає змогу отримати гранули хорошої якості, але це скорочує термін роботи пресувальних вузлів обладнання (матриці й валків) і додаткових витрат енергії. Це обумовлено тим, що нагрівання і розм'якшення сировини відбувається внаслідок механічної дії валків і матриці. Після етапу кондиціонування вся сировина проходить через електромагніт, який видаляє металеві включення, що погіршують якість пеллет.

Пресування

Етап пресування (гранулювання) відбувається на пресах різних конструкцій з плоскою або циліндричної матрицею. При цьому діаметр матриці може бути більше метра, а потужність преса до 500 кВт, залежно від заданої продуктивності обладнання. На продуктивність преса в межах 20 % впливає розмір отриманих паливних гранул. Речовиною, що пов'язує подрібнений

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
53

матеріал у паливних виробках, є лігнін — аморфний полімер, який виділяється під дією тиску і температури і міститься у клітинах біомаси.

Важливо витримати вже спресовану сировину у формуючій порожнині під тиском протягом певного часу, щоб відбулася релаксація напруження, а також утворилась міцна плівка на поверхні гранул. Найбільшої міцності набуває біомаса, що пресується при температурі понад 150 °С. Найбільшим значенням температури пресування є 250 °С, при якій розпочинається реакція піролізу, тобто відбувається часткове розкладання біомаси. Оптимальною температурою гранулювання вважається 88–102 °С, оскільки при 90 °С відбувається плавлення лігніну за умови відсутності водяної пари, що розриває паливні гранули.

Преси з плоскою матрицею більш прості в експлуатації та очищенні. Прес приводиться в рух електродвигуном з допомогою черв'ячної передачі, що активує головний вал. На валу встановлена головка з валками, сила тиску яких на матрицю змінюється з допомогою гідравлічного регулятора. На головці встановлено чотири валки. Для забезпечення вільного кочення валки насаджені на роликові підшипники. Під матрицею на головному валу встановлено чотири ножі, які обертаються синхронно із валками. Ножі розміщені на певній відстані від осі валка. Змінюючи цю відстань отримують гранули різної довжини. Сировину завантажують конвеєром в камеру, звідки під дією власної маси вона потрапляє на плоску матрицю. На вільно насипану сировину накочується валок. Внаслідок притискання валка сировина запресовується в отвори матриці. Із зворотного боку матриці внаслідок постійного запресовування дедалі більшої кількості сировини виходять стержні круглого перерізу. Ніж, обрізаючи ці стержні, формує довжину гранул. Відрізані гранули падають на похиле дно і випадають із гранулятора. Принцип роботи пресів з круглою матрицею такий самий, яку пресів з плоскою. Матриця має форму порожнистого циліндра, в стінках якого є отвори певного діаметра. Висота зони із отворами мусить бути

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
54

меншою від ширини валків. По внутрішній стороні стінок рухаються валки, а по зовнішній - ножі. Етап пресування зображено на рисунку 3.3.

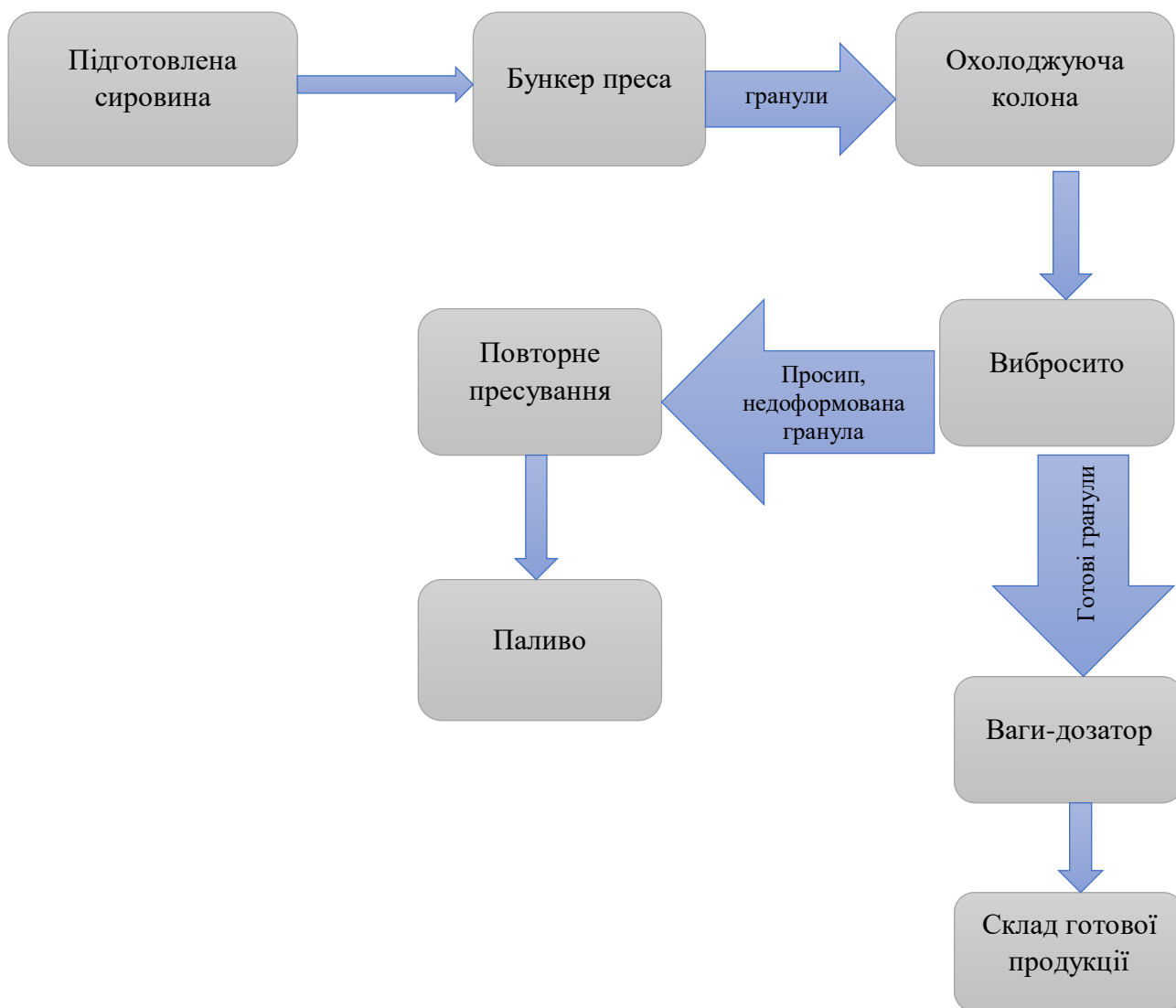


Рисунок 3.3 Блок – схема етапу пресування

Охолодження

Готові гранули мають температуру 70-110°C - в залежності від типу сировини і вибраного оператором режиму роботи, і мають незначну механічну міцність. Така гранула норією подається в охолоджувач гранул (охолоджувальну колону), де охолоджується до температури навколишнього середовища +10°C, отримуючи при цьому механічну міцність. В охолоджувачі

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

на віброситі відсіюється просип і недоформована гранула, що підлягає повторному пресуванню або використовується як паливо в твердопаливній печі сушильного комплексу. Сформована і охолоджена гранула надходить на вагидозатор, фасується і надсилається на склад готової продукції.

Фасування

Після охолодження паливні гранули зберігаються в бункерах і транспортуються насипом. Однак з метою контролю якості кінцевого продукту рекомендується проводити його фасування в великі мішки (біг- беги) місткістю 1000 кг. Можливе фасування продукції у поліетиленові мішки місткість 15–35 кг. Насипом транспортують технологічні гранули, рідше - гранули високої якості. Упаковка в мішки по 10-20 кг є доволі зручною і призначена для пересічних споживачів. Транспортують такі мішки на піддонах. Вміст одного піддона -1 тонна.

Необхідно сказати, що в залежності від стану та якості вхідної сировини, її технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей, кількість технологічних операцій та послідовність їх виконання може бути змінена в будь-якому окремо взятому випадку.

3.4 Особливості виготовлення пелет з соломи

Як вже згадувалось, солома є цінною енергетичною сировиною, особливо для України, беручи до уваги обсяги вирощуваних зернових культур.

Загальна енергетична характеристика соломи та твердого палива, виробленого на її основі, наведена у таблиці 3.5 [5].

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Таблиця 3.5 Основні енергетичні характеристики соломи

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплотворна здатність, МДж/ кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %	Вміст вуглекислого газу, кг/ ГДж
Солома	20	10,5-12,5	-	-	-
Солома в тюках	14-17	14,2	-	-	-
Гранули соломи	8-10	16,5-18,8	0,2	4	-
Брикети соломи	6-10	15,4-21,0	-	-	-

Основні етапи виробництва твердого біопалива з соломи є аналогічними етапам, зазначеним у розділі 3.2 роботи.

Особливістю є те, що солома надходять на переробку в рулонах або тюках. Тому на вході виробничої лінії необхідний транспортер подачі рулонів (тюків), далі використовують спеціальну соломорізальну машину, подрібнювач соломи. З метою подріблення сировини застосовують дробарку перед сушінням, потім сировина висушується до вологості 8% - 12% і пресується в гранулу.

Блок-схема виробництва пелет з соломи наведена нижче (рисунок 3.4).

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
57

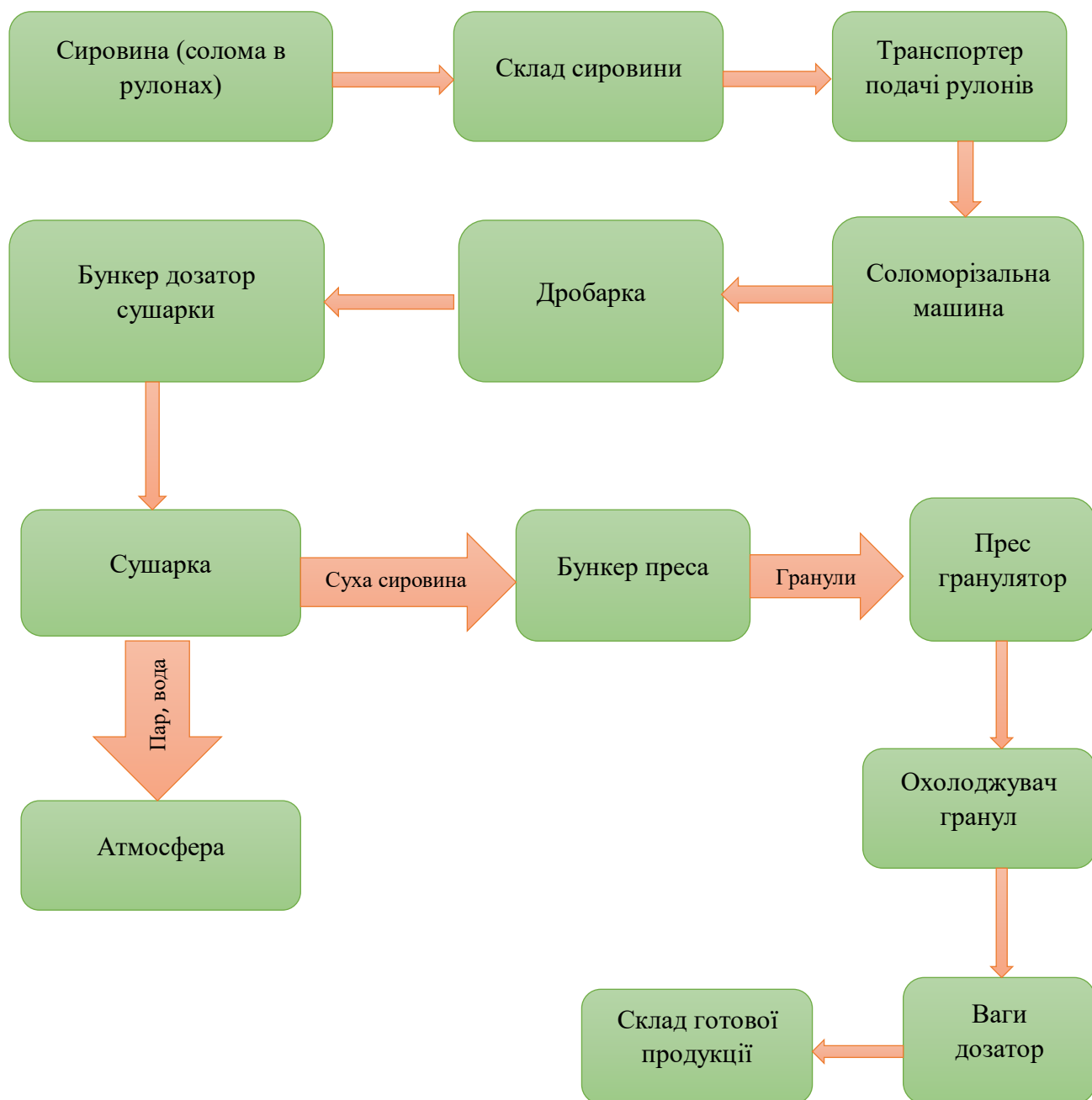


Рисунок 3.4 Блок – схема виробництва пелет з соломи

Виходячи з показників отриманого врожаю зернових культур за 2017 – 2021 роки по Сумській області, здійснено розрахунок обсягів вирощеної соломи, вироблених пелет та отриманої теплотворної здатності. Вихідні дані зазначено у таблиці 3.6.

Інв.№подл.	Підпис і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підпис і дата	Підпис і дата
Ву	Арк
№ докум.	Підпис
Дата	Дата

ТС 18510209

Арк
58

Таблиця 3.6 Обсяги вирощених зернових культур та соломи для використання в енергетичних цілях

рік	СУМСЬКА ОБЛАСТЬ	
	обсяг виробництва зернових та зернобобових культур, тис.тн	обсяг соломи для використання в енергетичних цілях, тис. т.
2017	2 855,0	571,0
2018	3 269,0	653,8
2019	3 778,2	755,6
2020	4 856,4	971,3
2021	4 106,5	821,3

Виходячи з даних таблиці 3.5, за аналізований період спостерігаємо тенденцію збільшення виробництва зернових та зернобобових культур (окрім 2021 року, де ми маємо спостерігаємо зменшення виробництва майже на 750 тис. тн.) Загалом за 2017 - 2021 роки обсяг виробництва зернових та зернобобових культур збільшився на 1 251,5 тис. тн. або на 43,8 відсотка. Використовуючи для розрахунку однаковий відсоток соломи для енергетичних цілей (20 відс.), маємо зростання обсягу соломи для використання в енергетичних цілях на 250,3 тис. тн. (також на 43,8 відс.) (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 Динаміка виробництва зернових культур та соломи для використання в енергетичних цілях

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
59

Для виробництва 1 тн пелет калорійністю 15,5 ГДж на тонну необхідно в якості сировини використати близько 4 тн соломи. За аналізований період розрахунковий енергетичний потенціал Сумської області з виробництва пелет з соломи наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 Енергетичний потенціал Сумської області

Рік	Обсяг вироблених пелет, тис тн	Теплотворна здатність, ГДж/тн
2017	142,75	2 212 625
2018	163,45	2 533 475
2019	188,90	2 927 950
2020	242,82	3 763 787
2021	205,32	3 182 538

Виходячи з розрахунку, що для опалення 1 м² житлового 5- поверхневого будинку необхідно 0,47 ГДж на рік, можна обрахувати, що у 2017 році отриманої теплотворності було б достатньо для опалення 1 039, 9 тис. м² житлової площі; у 2018 році – 1 190,7 тис. м²; у 2019 році – 1 376,1 тис. м² ; 2020 рік – 1 769,0 тис. м² ; і у 2021 році – 1 495,8 тис. м².

Беручи до уваги показники таблиць 3.1, 3.2 та 3.7 здійснено порівняльний аналіз рівнів викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні пелет та кам'яного вугілля для отримання теплової енергії, зазначеної в таблиці 3.7 (таблиця 3.8).

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ТС 18510209	Арк
						60

Таблиця 3.8 Порівняльний аналіз рівнів викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні пелет та кам'яного вугілля

Вид палива	Кількість теплової енергії ГДж/тн	Кількість необхідного палива, тис тн	Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферу без систем очищення (тонн на 1 тис. тонн нат. палива)				
			CO2	NO2	SO2	Тверді частки	Разом
2017 рік							
Пелети	2 212 625	142,75	667,88	1329,0	39,97	586,7	2 623,5
Кам'яне вугілля	2 212 625	147,51	1413,1	9389,0	1357,1	9635,4	21 794,6
2018 рік							
Пелети	2 533 475	163,45	764,9	1521,7	45,8	671,8	3 004,2
Кам'яне вугілля	2 533 475	168,90	1618,1	10750,5	1553,9	11032,5	24 955,0
2019 рік							
Пелети	2 927 950	188,90	884,1	1758,7	52,9	776,4	3 472,1
Кам'яне вугілля	2 927 950	195,20	1870,0	12424,5	1795,8	12750,5	28 840,8
2020 рік							
Пелети	3 763 787	242,82	1136,4	2260,7	68,0	998,0	4 463,1
Кам'яне вугілля	3 763 787	250,92	2403,8	15971,1	2308,5	16390,1	37 073,5
2021 рік							
Пелети	3 182 538	205,32	960,9	1911,5	57,5	843,9	3 773,8
Кам'яне вугілля	3 182 538	212,17	2032,6	13504,6	1952,0	13858,9	31 348,1
ВСЬОГО за аналізований період							
Пелети	14 620 375	943	4 414	8 782	264	3 877	17 337
Кам'яне вугілля	14 620 375	975	9 338	62 040	8 967	63 667	144 012

Для унаочнення зобразимо отримані дані графічно (рисунки 3.6 та 3.7).

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

Динаміка шкідливих викидів в атмосфері



Рисунок 3.6 Динаміка кількості викидів в атмосфері шкідливих речовин від спалювання пелет та кам'яного вугілля

Кількість викидів при спалюванні

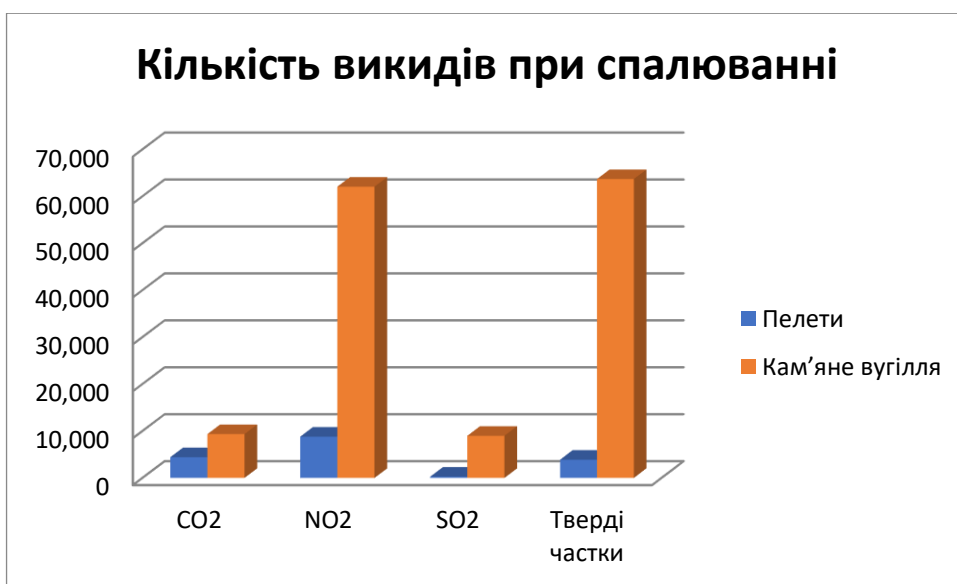


Рисунок 3.7 Порівняльний аналіз кількості здійснених викидів при спалювання пелет та кам'яного вугілля

Як свідчать отримані показники, при приблизно однаковій кількості палива, необхідного для отримання однакового об'єму теплової енергії, загальна кількість шкідливих речовин при спалювання пелет менша, ніж при спалюванні кам'яного вугілля, у 8,3 раза або на 126,7 тис тн.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

В тому числі в розрізі окремих видів шкідливих речовин: вуглекислого газу (CO₂) – зменшення у 2,1 раза або на 4,9 тис тн, оксиду азота (NO₂) – у 7,1 раза або «мінус» 53,2 тис. тн, оксиду сірки (SO₂) – майже у 34,0 рази або на 8,7 тис тн, твердих часток – зниження у 16,4 раза та майже на 60,0 тис тн.

Отримані результати ще раз підкреслюють екологічність пелет, у зв'язку з чим їх широке використання є екологічно обґрунтованим.

3.5 Проблематика виробництва пелет з соломи та шляхи вирішення проблемних питань

Попри економічну ефективність та екологічність виробництво твердого біопалива з рослинних відходів хлібопекарського виробництва (соломи) має певні складнощі, а саме [3, 8, 47]:

- наразі система заготівлі та зберігання тюкованої соломи є недостатньо відпрацьованою через недостатність відповідного досвіду. Здебільшого, підприємству, що здійснює виробництво пелет із соломи, потрібно близько двох - трьох років для відпрацювання та вдосконалення процесів забезпечення виробництва сировиною;

- недостатня інформаність с/г виробників щодо можливостей реалізації\переробки залишків соломи через острах зашкодити родючості ґрунтів;

- недостатній рівень завантаження виробництва, нестабільна робота, що має негативний вплив на показник собівартості продукції, зростання виробничих витрат (зокрема, на електроенергію);

- використання вживаного, неякісного/низькоякісного обладнання, що спричиняє зниження якості виробленої продукції, надійності виробничого процесу, зростання витрат на ремонт;

- ризик прорахунків під час планування виробництва, неузгодженість характеристик обладнання на різних етапах технологічного процесу;

- недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу;

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
63

- можливі складнощі у забезпеченні виробництв оригінальними запасними частинами та комплектуючими матеріалами через недостатню кількість відповідних сервісних центрів;

- деякі проблеми пов'язані з особливостями аграрної сировини, зокрема, засміченість, велика абразивність, що, в свою чергу, може мати негативний вплив на технологічний процес, строк амортизації обладнання, скорочення ефективності строку служби окремих запасних частин (наприклад, строк служби матриць та роликів прес-гранулятора може бути меншим на 15–25 %, ніж при роботі з деревними відходами);

- ризик неправильного вибору місця розташування пелетного виробництва в частині можливостей забезпечення сировиною, перспектив реалізації продукції, неможливість виходу на європейські ринки.

Основними шляхами вирішення вище зазначених проблем є:

- детальний попередній аналіз технологій виробництва, наявного обладнання з метою мінімізації можливих технологічних проблем;

- попередня підготовка палива (вилуговування із соломи окремих хімічних елементів атмосферними опадами (зберігання в полі), додавання речовин, що змінюють співвідношення мікроелементів у паливі та підвищують температуру плавлення золи (наприклад, вапно, каолін, доломіт, тальк), змішування з різними видами палива, зола якого має вищу температуру плавлення в пропорції, та не викликає проблем під час спалювання палива);

- модифікація процесу спалювання (водяне або повітряне охолодження решітки, рециркуляція димових газів, з метою зниження температури на поверхні решітки, спалювання на обертальних елементах, або використання обертального пальника в системах з горизонтальною подачею);

- проведення додаткових технічних заходів (наприклад, встановлення екранів перед пароперегрівачем; використання систем кріплення пароперегрівачів, що полегшують їхню заміну; застосування пароперегрівачів, вкритих спеціальним захистним покриттями, виготовлених з аустенітних

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
64

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Належна організація охорони праці, яка відповідає вимогам нормативно-правових актів, є основним заходом профілактики та запобігання виробничому травматизму й професійній захворюваності.

Основним законодавчим актом, що регламентує організацію охорони праці на підприємстві, є Закон України “Про охорону праці” від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ [26]. Чинним законодавством закріплено обов’язок роботодавця щодо забезпечення найманих працівників безпечними умовами праці.

Основними напрямками створення безпечних умов на виробництві є:

1. Створення служби охорони праці.
2. Розробка та затвердження документації з охорони праці (положень, інструкцій та інших актів).
3. Обов’язковість проведення інструктажів працівників з питань охорони праці.
4. Забезпечення на постійній основі навчань і перевірки знань з питань охорони праці.
5. Проведення медичних оглядів на регулярній основі.
6. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, милом, інше (за необхідності).
7. Проведення атестації робочих місць.
8. Облік нещасних випадків.

Крім перерахованого вище, на роботодавця покладається низка інших обов’язків, пов’язаних з охороною праці. Частина з них виглядає декларативно (наприклад: обов’язок впроваджувати прогресивні технології), інші ж потребують обов’язкового дотримання (наприклад: вимоги щодо охорони праці жінок, неповнолітніх та осіб з інвалідністю, проведення інструктажів, навчання та перевірки з питань охорони праці).

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
66

Перероблення відходів рослинного походження в хлібопекарному виробництві в частині виробництва твердого біотоплива не належить до переліку токсичних виробництв та не є вибухонебезпечним.

Під час переробки соломи та інших відходів та виробництва пелет вимоги до пожежної безпеки контролюються наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 (zareєстрованого в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697) «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні» [39].

Даним законодавчим актом визначено організаційні заходи щодо забезпечення загальної пожежної безпеки; основні вимоги пожежної безпеки до утримання територій, будинків (приміщень, споруд), інженерного обладнання та перелічено технічні засоби протипожежного захисту. Також затверджено основні вимоги пожежної безпеки до об'єктів різного функціонального призначення (в тому числі окремо до промислових підприємств).

Відповідно до чинного законодавства на всі речовини й матеріали, що використовуються в технологічному процесі, повинні бути дані про показники їх пожежної небезпеки згідно з ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація» [24].

Крім того, виробництво, де використовують вибухопожежонебезпечні речовини і матеріали, слід бути оснащене автоматичними засобами контролю параметрів, що визначають вибухопожежонебезпечність процесу, сигналізацією граничних показників і системами блокувань, які запобігають виникненню аварійних ситуацій.

Профілактичний огляд, планово-попереджувальний та капітальний ремонт обладнання повинні виконуватись в терміни, затверджені відповідними графіками, з урахуванням виконання заходів щодо забезпечення вибухопожежобезпеки та технічними умовами.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
67

Також технологічне обладнання, на якому здійснюється первинна переробка волокнистих матеріалів у подрібненому вигляді, повинно мати пристосування для вловлювання сторонніх предметів.

Конструкції витяжних пристроїв, апаратів, трубопроводів повинні запобігати накопиченню пожежонебезпечних відкладень та забезпечувати можливість їх очищення пожежобезпечними способами. Роботи з очищення такого обладнання повинні проводитися систематично відповідно до технологічних регламентів та фіксуватися у відповідному журналі.

Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень при переробки рослинних відходів регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 [19].

Цей документ регламентує нормативні величини оптимальних та допустимих показників мікроклімату та встановлює вимоги до методів вимірювання мікрокліматичних параметрів та їх оцінки.

Так, до мікрокліматичних умов виробничих приміщень належать наступні показники: температура повітря, відносна вологість та швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення та температура поверхні.

Вище зазначеним нормативним документом визначено оптимальні та допустимі умови мікроклімату; основні вимоги до засобів нормалізації мікроклімату та теплозахисту.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою цілої низки заходів та способів, до яких, зокрема, належать будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні заходи. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються, насамперед, засоби індивідуального захисту.

Визначені параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнені, в першу чергу, за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями. Для зменшення термічних навантажень на робітників

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
68

передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

Відповідно до загальних вимог до методів вимірювання параметрів мікроклімату та їх оцінки, визначення таких параметрів проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни.

Вміст шкідливих речовин у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати гранично-допустимих концентрацій, визначених ГОСТ 12.1.005, а саме: пи́л вуглецю - 4,0 мг/м³, клас безпеки 3, пи́л рослинного походження - 6,0 мг/м³, клас безпеки 4.

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень повинен здійснюватися за методичними вказівками, затвердженими в установленому порядку, періодичність контролю згідно з ГОСТ 12.1.005.

Виробничі приміщення мають бути обладнані опаленням, припливно-втяжною вентиляцією та кондиціонуванням згідно з ДБН В.2.5-67 «Державні будівельні норми України. Опалення, вентиляція та кондиціонування» [15] та ДСТУ Б А.3.2-12 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги» [20].

Адміністративні, санітарно-побутові приміщення повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-28 «Будинки адміністративного та побутового призначення» [13]. Виробничі та побутові приміщення мають бути обладнані внутрішнім водопроводом та каналізацією згідно з ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація» [12].

Експлуатація водопровідних і каналізаційних мереж має відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-14 «Система стандартів безпеки праці. Експлуатація водопровідних і каналізаційних споруд і мереж. Загальні вимоги безпеки» [21].

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
69

Виробничі та допоміжні приміщення повинні бути забезпеченні питною водою згідно з ДСанПіН 2.2.4-171 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" [17].

Природне та штучне освітлення виробничих, побутових, допоміжних та інших приміщень, технологічного процесу регламентовано ДБН В.2.5-28 «Природне і штучне освітлення» [14].

У виробничому приміщенні у світлий час доби передбачено природне освітлення, у темний час – штучне. Природне освітлення повинно бути бічним, двостороннім, через бічні прорізи у зовнішніх стіни приміщення. Під час проведення процесу виготовлення пілет оператор повинен здійснювати контроль за роботою установки. Таким чином, характеристика зорової роботи являє собою загальне спостереження за ходом виробничого процесу з розрядом зорових робіт – VIII (нормоване значення КЕО при бічному освітленні становить 0,3 %; значення освітленості $E = 150 \dots 500$ лк). Для загального та місцевого освітлення приміщень слід використовувати джерела світла з колірною температурою від 2400 К до 6800 К. Інтенсивність ультрафіолетового випромінювання в діапазоні довжин хвиль 320- 400 нм має перевищувати 0,03 Вт/м².

Електрообладнання повинно мати надійне захисне заземлення (занулення) відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок та бути захищеним від потрапляння пилу, вологи, тощо [44].

Рівень шуму при роботі обладнання не повинен перевищувати допустимі граничні показники і відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [18].

Робітники повинні бути забезпеченні спецодягом та спецвзуттям згідно з НПАОП 0.00-4.01 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту» [40], ДСТУ EN ISO 13688 «Одяг захисний. Загальні вимоги» [22]. Засоби індивідуального захисту працюючих повинні відповідати вимогам

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
----	-----	----------	--------	------

ТС 18510209

Арк
70

ДСТУ 7239 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація» [23].

Керівники підприємства та структурних підрозділів повинні забезпечити навчання всіх робітників з правил безпеки праці.

Так, зокрема, інструкція з охорони праці оператора лінії з виробництва паливних пелет розробляється на основі Закону України «Про охорону праці», Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт, затверджених наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 19.01.2015 № 21, з урахуванням вимог НПАСП 0.00-6 03-03 «Порядок опрацювання затвердження роботодавцем нормативних актів з охорони праці, що діють на підприємстві», НПАОП 0.00-4 15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці», НПАОП 000-А12.05 «Типове положення про порядок проведення навчання | перевірки знань з питань охорони праці» наказу Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах» від 16.06.2014 № 398, іншого законодавства України про охорону праці та з урахуванням вимог галузевих нормативно-правових актів. Даною інструкцією визначено вимоги безпеки перед початком роботи та під час та після її виконання; також регламентовано дії при виникненні аварійних ситуацій, надання першої домедичної допомоги при отруєнні, ураженні електричним струмом та інше.

Усі працівники при прийнятті на роботу та під час роботи повинні проходити навчання, інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки відповідно до розроблених і затверджених нормативних актів згідно з Типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
71

сприятиме вирішенню не лише проблеми зниження залежності від імпорту енергоносіїв, але й сприятиме розвитку агропромислового комплексу, створенню нових робочих місць і поліпшенню екологічної ситуації в країні.

В роботі більш детально розглянуто основи технології перероблення відходів рослинного походження у хлібопекарському виробництві в тверде біопаливо. Акцентовано увагу на екологічності даного виду біопалива. Здійснено порівняльний аналіз рівнів викидів шкідливих речовин в атмосферу при використанні різних видів палива та доведено, що пелети є найменшим джерелом шкідливих викидів в атмосферу, порівняно з іншими видами твердого палива (наприклад, порівняно до торф'яних брикетів викиди знижено на 65,2 відс., до мазуту – на 61,5 відс., до кам'яного вугілля – у 8,3 раза). Також описано основні параметри, що характеризують даний різновид біопалива та визначено основні етапи технології виробництва паливних гранул із рослинної біомаси (окремо розглянуто особливості виготовлення пелет з соломи).

Виходячи з показників отриманого врожаю зернових культур за 2017 – 2021 роки по Сумській області, здійснено розрахунок обсягів вирощеної соломи, вироблених пелет та отриманої теплотворної здатності. Зокрема, встановлено, що за аналізований період спостерігається позитивна динаміка збільшення виробництва зернових та зернобобових культур (окрім 2021 року, де ми маємо спостерігаємо зменшення виробництва майже на 750 тис. тн.) Загалом за 2017 - 2021 роки обсяг виробництва зернових та зернобобових культур та відповідно обсяг соломи для використання в енергетичних цілях по Сумській області збільшився на 43,8 відсотка. Виходячи з показників обсягу вироблених пелет та теплотворної здатності твердого біопалива, розраховано енергетичний потенціал Сумської області з виробництва пелет з соломи. Зокрема, встановлено, що за умови необхідності опалення 1 м² житлового 5-поверхневого будинку в 0,47 ГДж на рік, отриманої у 2017 році теплотворності було б достатньо для опалення 1 039, 9 тис. м² житлової площі; у 2018 році – 1

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
73

190,7 тис. м2; у 2019 році – 1 376,1 тис. м2 ; 2020 рік – 1 769,0 тис. м2 ; і у 2021 році – 1 495,8 тис. м2.

Також в роботі здійснено порівняльний аналіз рівнів викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні пелет та кам'яного вугілля для отримання однакової кількості теплової енергії.

Як свідчать отримані показники, при приблизно однаковій кількості палива, необхідного для отримання однакового об'єму теплової енергії, загальна кількість шкідливих речовин при спалювання пелет менша, ніж при спалюванні кам'яного вугілля, у 8,3 раза або на 126,7 тис тн. В тому числі в розрізі окремих видів шкідливих речовин: вуглекислого газу (CO2) – зменшення у 2,1 раза або на 4,9 тис тн, оксиду азота (NO2) – у 7,1 раза або «мінус» 53,2 тис. тн, оксиду сірки (SO2) – майже у 34,0 рази або на 8,7 тис тн, твердих часток – зниження у 16,4 раза та майже на 60,0 тис тн.

Отримані результати ще раз підкреслюють екологічність пелет, у зв'язку з чим їх широке використання є екологічно обгрунтованим.

Окремо розглянуто проблематику виробництва пелет з соломи та шляхи вирішення проблемних питань. Зокрема, серед складнощів необхідно назвати:

- відсутність достатнього досвіду у заготівлі та зберігання тюкованої соломи; необхідність вдосконалення процесів забезпечення виробництва сировиною;
- недостатня інформаність с/г виробників щодо можливостей реалізації\переробки залишків соломи через острах зашкодити родючості ґрунтів;
- недостатній рівень завантаження виробництва, нестабільна робота, що має негативний вплив на показник собівартості продукції, зростання виробничих витрат (зокрема, на електроенергію);
- використання вживаного, неякісного/низькоякісного обладнання, що спричиняє зниження якості виробленої продукції, надійності виробничого процесу, зростання витрат на ремонт;

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
74

- ризик прорахунків під час планування виробництва, неузгодженість характеристик обладнання на різних етапах технологічного процесу;
- недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу;
- можливі складнощі у забезпеченні виробництв оригінальними запасними частинами та комплектуючими матеріалами через недостатню кількість відповідних сервісних центрів.

Основними шляхами вирішення вище зазначених проблем є:

- детальний попередній аналіз технологій виробництва, наявного обладнання з метою мінімізації можливих технологічних проблем;
- попередня підготовка палива (вилуговування із соломи небажаних хімічних елементів атмосферними опадами (зберігання в полі), додавання речовин, що змінюють співвідношення мікроелементів у паливі та підвищують температуру плавлення золи (наприклад, вапно, каолін, доломіт, тальк), змішування з різними видами палива, зола якого має вищу температуру плавлення в пропорції, яка не викликає проблем під час спалювання суміші);
- модифікація процесу спалювання (водяне або повітряне охолодження решітки, рециркуляція димових газів, з метою зниження температури на поверхні решітки, спалювання на обертальних елементах, або використання обертального пальника в системах з горизонтальною подачею);
- проведення додаткових технічних заходів (наприклад, встановлення екранів перед пароперегрівачем; використання систем кріплення пароперегрівачів, що полегшують їхню заміну; застосування пароперегрівачів, захищених спеціальними покриттями, виготовлених з аустенітних сталей).

Таким чином, переваги виробництва біоенергії з рослинних відходів в хлібопекарному виробництві очевидні, оскільки це сприятиме вирішенню не лише проблеми зниження залежності від імпорту енергоносіїв, але й сприятиме розвитку агропромислового комплексу, створенню нових робочих місць і поліпшенню екологічної ситуації в країні.

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

Ву	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
75

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Біоенергетика асоціація України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics>.

2. Біоетанол: паливо, сировина, екологічна та продовольча безпека. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/06/21/701427/>.

3. Біомаса – переваги та особливості. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://merp.org.ua/articles/167-2015-04-14-06-55-50.html>.

4. Бобровська Н. В. Сутність і особливості біоенергетичного потенціалу України. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2013. Вип. 181. Ч. 3. С. 8-13.

5. Бунецький В. Особливості виробництва пелет в Україні. Економічні аспекти. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.t-energy.com.ua/images/file.php?id=2493>.

6. Вовк В.Ю. Світовий досвід переходу до моделей циркулярної економіки на основі використання безвідходних технологій в АПК. // Економічний простір. 2022. №179. С. 91 – 99.

7. Гайденко О. Тверде біопаливо: технологічні вимоги, властивості компонентів та технологія виробництва // Ідеї & тренди. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/ideii-i-trendy>.

8. Гелетуха Г., Крамар В., Епик О., Антощук Т., Тітков В. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси // Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні Київ. 2016 – 336 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docplayer.net> › 54986082-Kompleksniy-analiz.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
76

9. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Трибой А. В. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні: Аналітична записка БАУ №. 7. Київ, 2014. 31 с.

10. Гонтарук Я.В., Шевчук Г.В. Напрями вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо. // Економіка та суспільство. 2022. Вип. 36. С.14 - 22.

11. Гончарук І. В. Виробництво біогазу в аграрному секторі - шлях до підвищення енергетичної незалежності та родючості ґрунтів. Агросвіт. 2020. № 15. С. 18-29.

12. ДБН В.2.5-64. Внутрішній водопровід та каналізація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1059>.

13. ДБН В.2.2-28. Будинки адміністративного та побутового призначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-806>.

14. ДБН В.2.5-28. Природне і штучне освітлення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188

15. ДБН В.2.5-67. Державні будівельні норми України. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0024858-13>.

16. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>.

17. ДСанПіН 2.2.4-171. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

18. ДСН 3.3.6.037. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48147.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
77

19. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.

20. ДСТУ Б А.3.2-12. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0678661-09>.

21. ДСТУ Б А.3.2-14. Система стандартів безпеки праці. Експлуатація водопровідних і каналізаційних споруд і мереж. Загальні вимоги безпеки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27974

22. ДСТУ EN ISO 13688. Одяг захисний. Загальні вимоги (EN ISO 13688:2013, IDT; ISO 13688:2013, IDT). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67538.

23. ДСТУ 7239. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=51051

24. ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82139.

25. Жук П.В. Відходи сільського господарства в Україні: обсяги утворення та питання рециклінгу//Екологічна політика та природокористування. 2022. Вип. 3(155). С. 21 – 28.

26. Закон України “Про охорону праці” від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

27. Ігнатюк О.А. Основні екологічні принципи та концепції. Навч. посібник (гриф МОН України), Київ, НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2006. - 268с.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
78

28. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив: Підручник. Вінниця : Консоль, 2015. 408 с.

29. Кириленко І.Г., Токарчук Д.М. Ефективна організація використання відходів аграрних підприємств у формуванні енергетичної та екологічної безпеки України. // Економіка та ефективність виробничо-господарської діяльності підприємств. 2020. № 2. С. 1 – 19.

30. Класифікатор відходів ДК 005-96 : Наказ Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації від 29.02.1996 №89 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1.

31. Клевцов К.М. Технологія одержання біопалива з відходів виробництва лубяних культур відповідно до європейських стандартів // Товарознавчий вісник. 2012. Вип. 5. С. 63-69.

32. Крайнюченко О.Ф. Сучасний стан і перспективи розвитку українського та європейського ринку пелет // Приазовський економічний вісник. 2020. Вип. 1(18). С. 6 – 12.

33 Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Кухар В.П. Предмет і освітнянські аспекти екобіотехнології // Вища освіта України.- 2007. Вип.2. С.55- 62.

34. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Лесько І.О. Електрохімічні аспекти біоенергетики // Відновлювальна енергетика.- 2006. Вип.3. С.87-93.

35. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Щурська К.О. Стан проблеми та перспективи біоенергетики в Україні // Відновлювальна енергетика, 2009. №4. С.64-80.

36. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Щурська К.О. Фізичні та фізико – хімічні методи в біотехнології // Науковий вісник Чернівецького університету, 2009. Вип. 453. С.19-34.

37. Кузьмінський Є.В., Щурська К.О. Біоелектрохімія - невід’ємна складова нового технологічного укладу // Науковий вісник Чернівецького університету. 2010. Вип.526. С. 9-20.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
79

38. Кузнецова А. Використання соломи в Україні – можливості та перспективи // Німецько-український діалог APD/PP/02/2012 серія консультативних робіт. 2010. 24 с.

39. Кузнецова А. Виробництво пелет в Україні: прибутковий варіант сталого розвитку. // Німецько-український аграрний діалог. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. 2012. С. 24 - 32 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ier.com.ua> PP37_Pellets_UKR_f.

40. Кузнецова І.В. Використання стебла стевії сушеної у виробництві пелет // Наукові праці інституту біоенергетичної культур і цукрових буряків. 2020. Вип. 19. С. 58 - 63.

41. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 (zareestrovаний в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697) «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>.

42. НПАОП 0.00-4.01. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28566

43. Олевська Т.В., Косяк І.В. Еколого – економічні аспекти використання паливних пелет в Україні // Екологічні науки. 2020. №10-11. С. 110 – 113.

44. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

45. Правдюк Н. Л., Томчук О. В. Формування ринку біоенергетики в Україні та його інформаційно-аналітичне забезпечення. Економіка АПК. 2018. № 5. С. 51-62.

46. Правила улаштування електроустановок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mev.gov.ua/storinka/pravyyla-ulashtuvannya>

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
80

elektrostanovok.

47. Ресульєва Н.Ш. Перспективи використання відходів рослинництва для вироблення біоенергії в Україні. // Економіка: реалії часу. 2015. Вип. 4(20). С. 179 – 185.

48. Риженко Н.В. Тенденції розвитку біоенергетики в Україні. // Економічні науки. 2019. Вип 4. С. 163-171.

49. Ринок пелетів – перспективи відкриття свого бізнесу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.bio.ukrbio.com.

50. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я., Ганженко О.М. Біоенергетика в Україні: стан та прспективи розвитку // Біоенергетика. 2013. №1. С. 5-10.

51. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Роль і місце фітоенергетики в паливно-енергетичному комплексі України. Цукрові буряки. 2011. № 1. С. 6–7.

52. Ситнік О.І. Генетичні технології та бізнес-інтереси, або «весь світ грає у російську рулетку» // Екологічний вісник. 2010. Вип. 1 (59). С. 11-15.

53. Статистичний щорічник України. 2020. За редакцією Вернера І.Є. Державна служба статистики Укураїни. Київ. 2021. С. 453.

54. Токарчук Д. М. Інвестиційне забезпечення виробництва біогазу сільськогосподарськими підприємствами України. // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2016. № 12. С. 26-35.

55. Токарчук Д.М. Основні тенденції утворення та поводження з відходами аграрних підприємств. // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2019. № 2. С. 170 – 180.

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

Ви	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ТС 18510209

Арк
81