

Міністерство освіти та науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Ілюстративні матеріали магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

***“ ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ
РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА
ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ ”***



Доповідач: Майданюк А.Д.

Науковий керівник:

к.т.н. доцент Васильківський І. В.

Вінниця - 2018 рік

- **Актуальність роботи:** Україна має розвинутий сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг рослинних відходів та залишків. Відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, і вторинні – такі, що генеруються при обробці врожаю на підприємствах. Значну частину біомаси, що не використовується, доцільно залучити до виробництва енергії. При цьому важливим є питання яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби без негативного впливу на родючість ґрунтів.
- Отже, для ефективного використання доступного енергетичного потенціалу рослинних відходів в Україні необхідно провести організаційно-технічні удосконалення технологічного процесу їх переробки.
- **Мета роботи** – розробка природоохоронних заходів і рекомендацій покращення процесу переробки рослинних відходів для виробництва енергії в Україні.
- **Об'єкт дослідження** – процес переробки рослинних відходів утворених у сільськогосподарському виробництві.
- **Предмет дослідження** – рослинні відходи
- сільськогосподарського виробництва.



Відповідно до мети дослідження основними завданнями роботи є:

1. Оцінка потенціалу енергетичних ресурсів рослинних відходів в Україні.
2. Аналіз методів і засобів енергетичного використання рослинних відходів в Україні.
3. Дослідження та аналіз логістики та організаційно-технічних рішень продукування, постачання, транспортування, складування і використання відходів рослинництва.
4. Дослідження та аналіз роботи лінії гранулювання рослинних відходів – ЛГБМ-2000 та роботи шнекового пресу-гранулятора ППМ-2000.
5. Аналіз технології та конструкції котлів для виробництва теплової та електричної енергії із рослинних відходів.
6. Розробка природоохоронних заходів і рекомендацій покращення процесу переробки рослинних відходів для виробництва енергії в Україні.

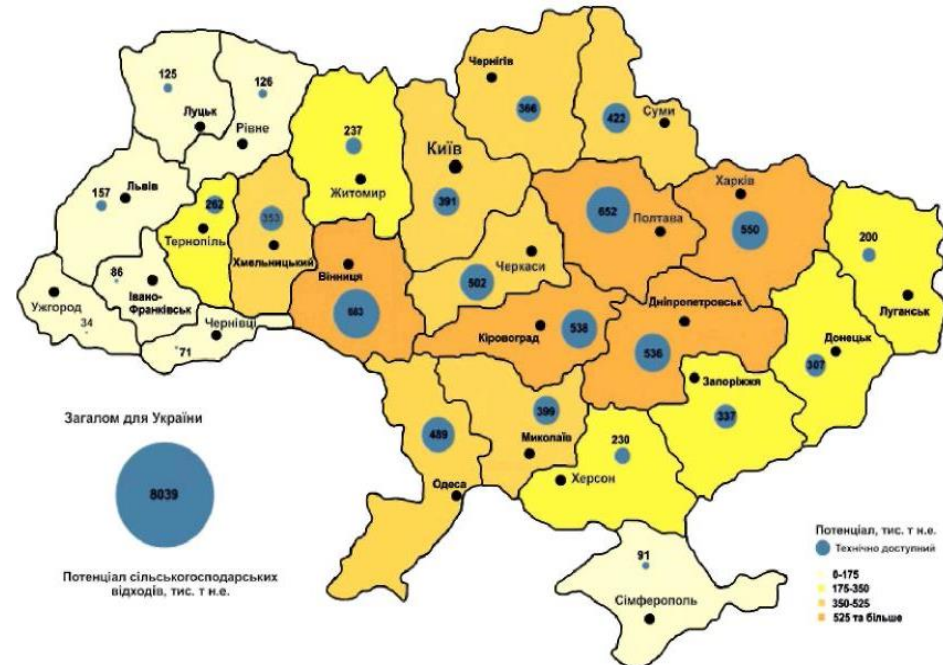
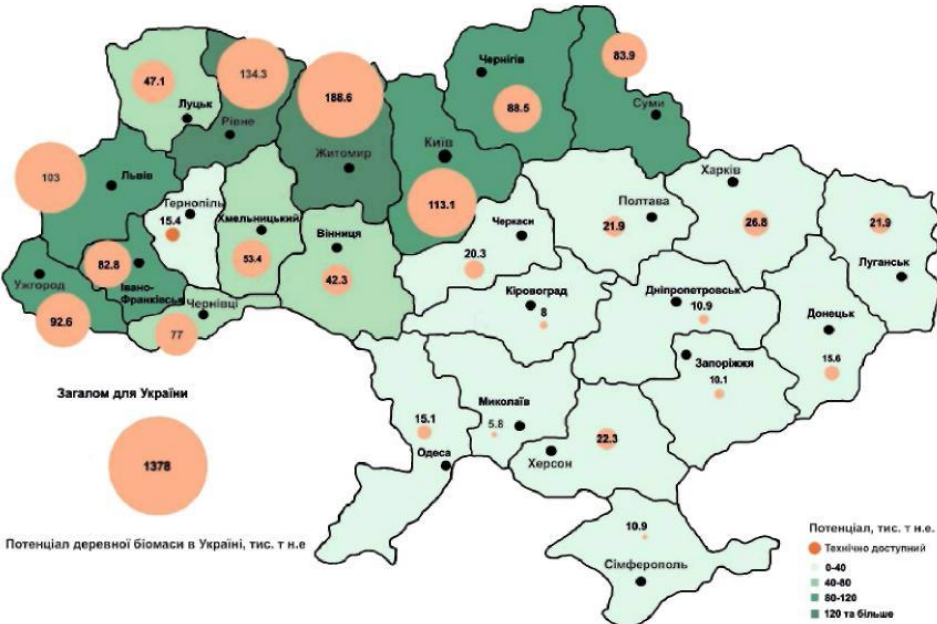


Біопалива рослинного походження



Потенціал деревної біомаси в Україні, 2016 р.

Потенціал рослинних відходів (агробіомаси) в Україні, 2016 р.



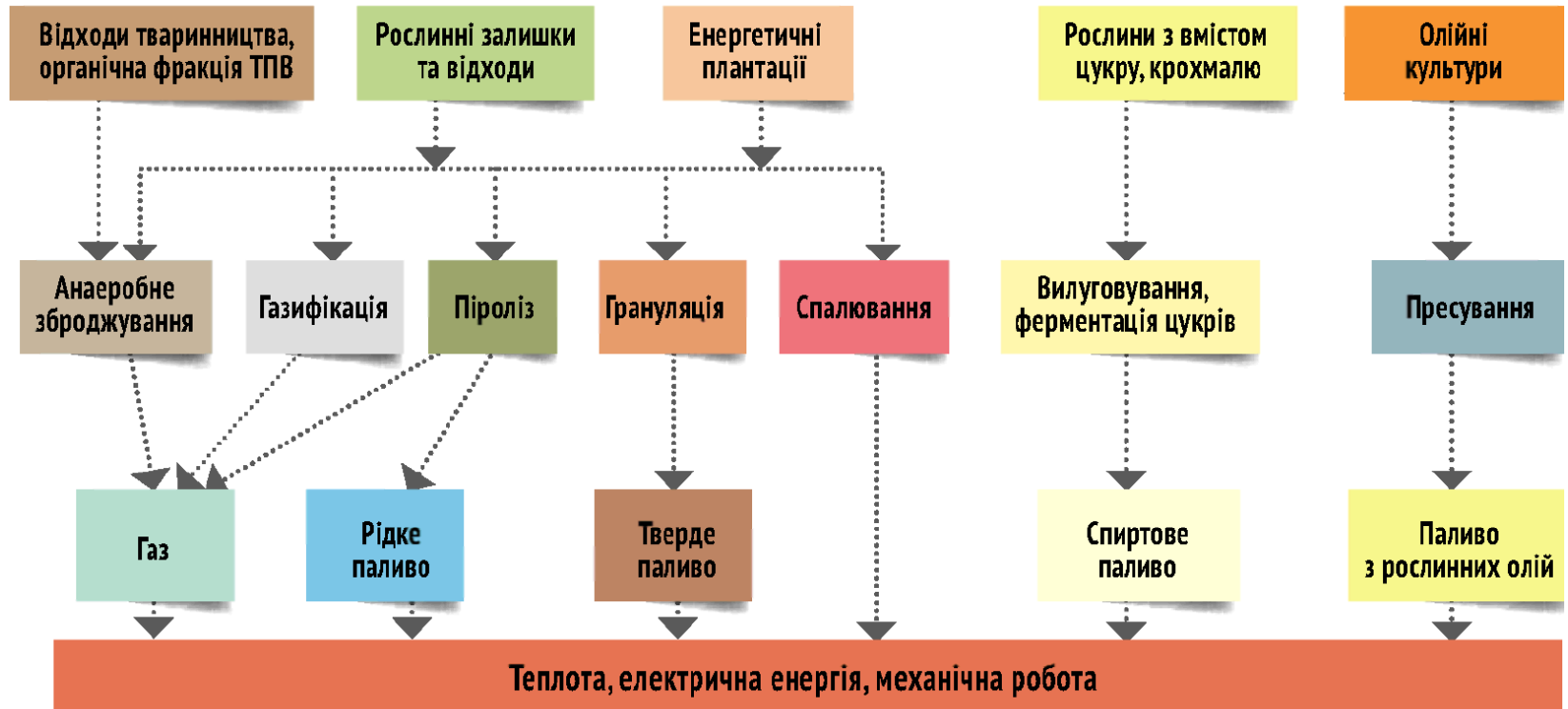
Процес утворення та використання соломи в Україні



Приклади спалення соломи на полях в Україні



Способи виробництва енергії з біомаси

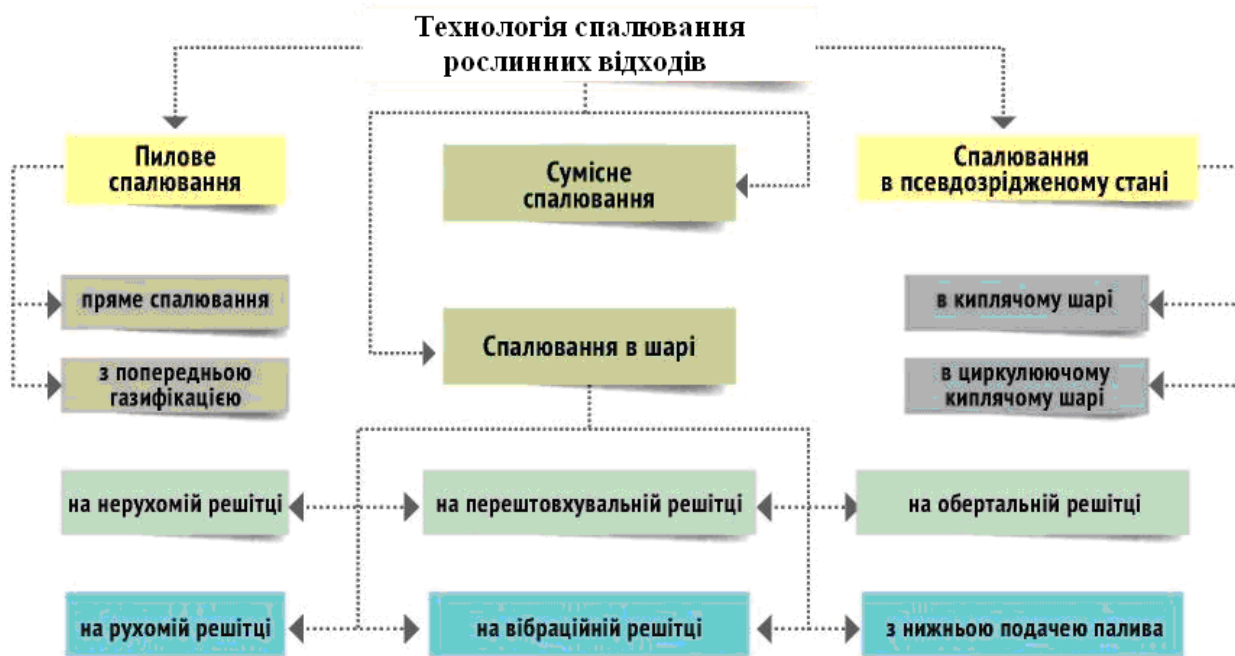


Класифікація рослинних відходів для енергетичних потреб

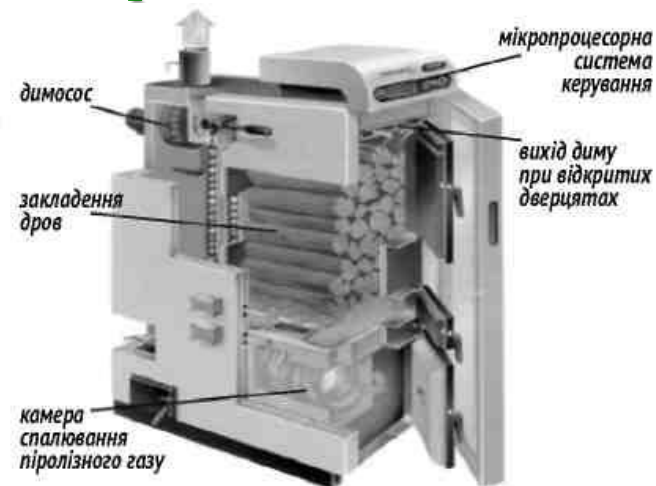
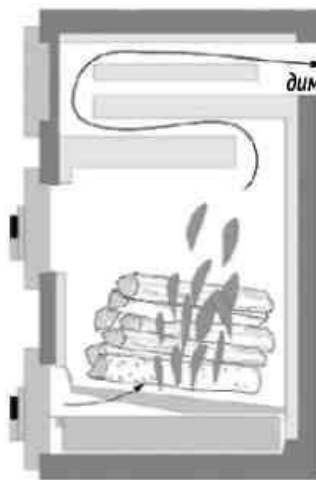
Сторона утворення	Група походження	Сторона споживання
Деревина, відходи деревини, вторинна деревина, відновлювальна деревина	Деревні палива	Тверді: необроблена деревина, тирса тріска, гранули Рідкі: чорний луг, метанол, піролізні смоли Газоподібні: продукти газифікації та піролізу
Відходи агрокультур, відходи тваринництва, відходи переробки агропродукції, енергетичні культури	Агропалива	Тверді: солома, стебла, лушпиння, енергетичні трави Рідкі: етанол, метанол, піролізні смоли, жом, олії Газоподібні: біогаз, продукти газифікації та піролізу

Технології спалювання рослинних відходів (біомаси)

7

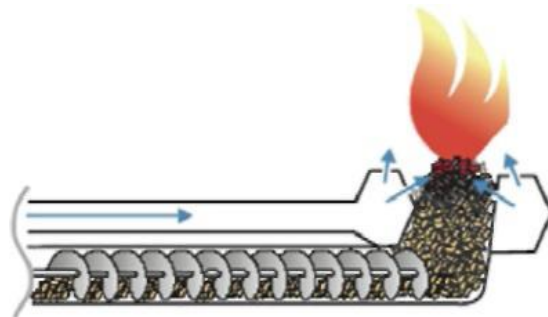


Конструкції котлів на дровах



Способи спалювання сипкого палива

8



а) реторта з нижньою подачею



б) похило-перештовхувальна решітка

Спалювання соломи



а) спалювання цілих циліндричних тюків

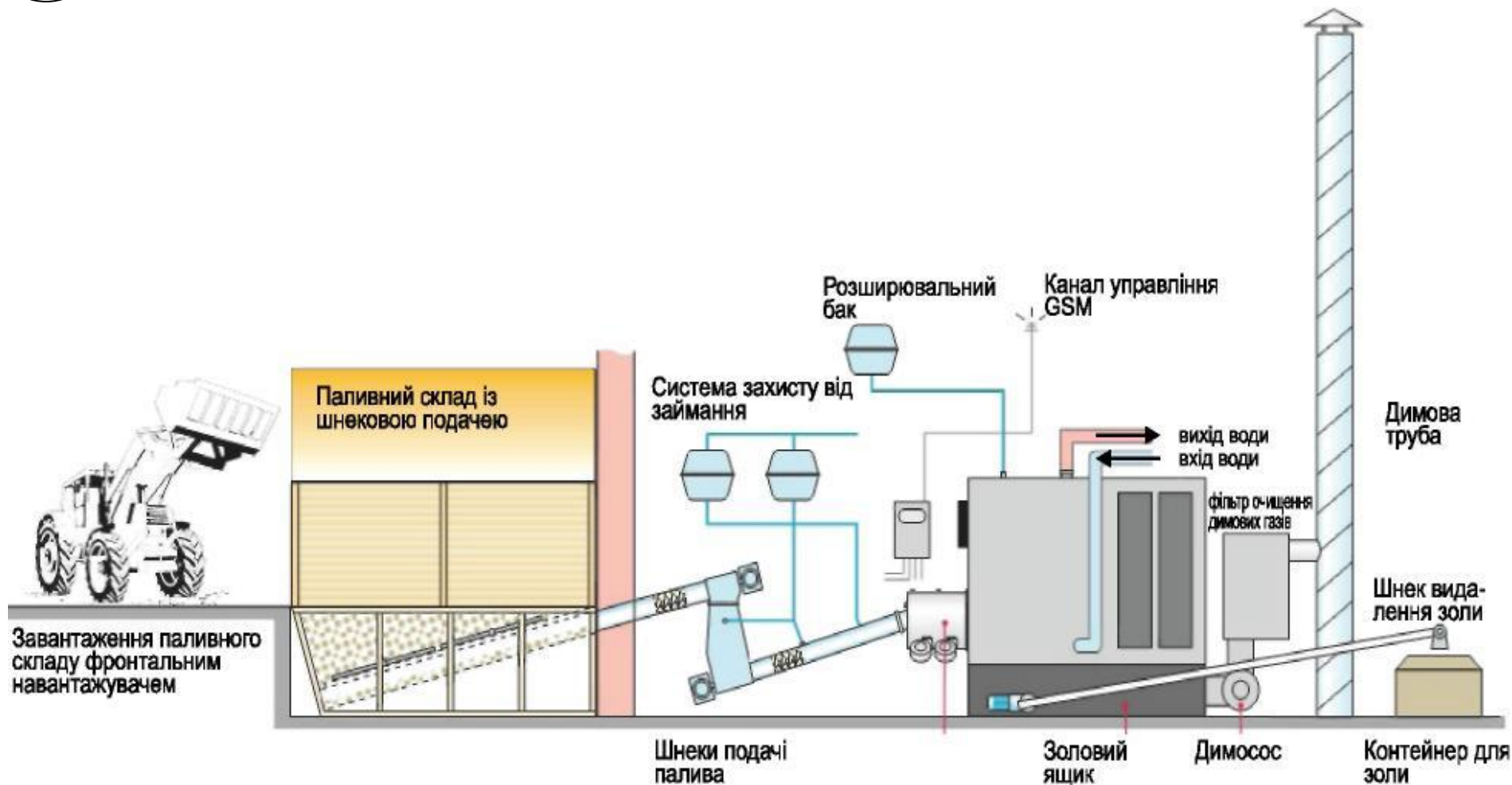


б) спалювання подрібненої соломи.

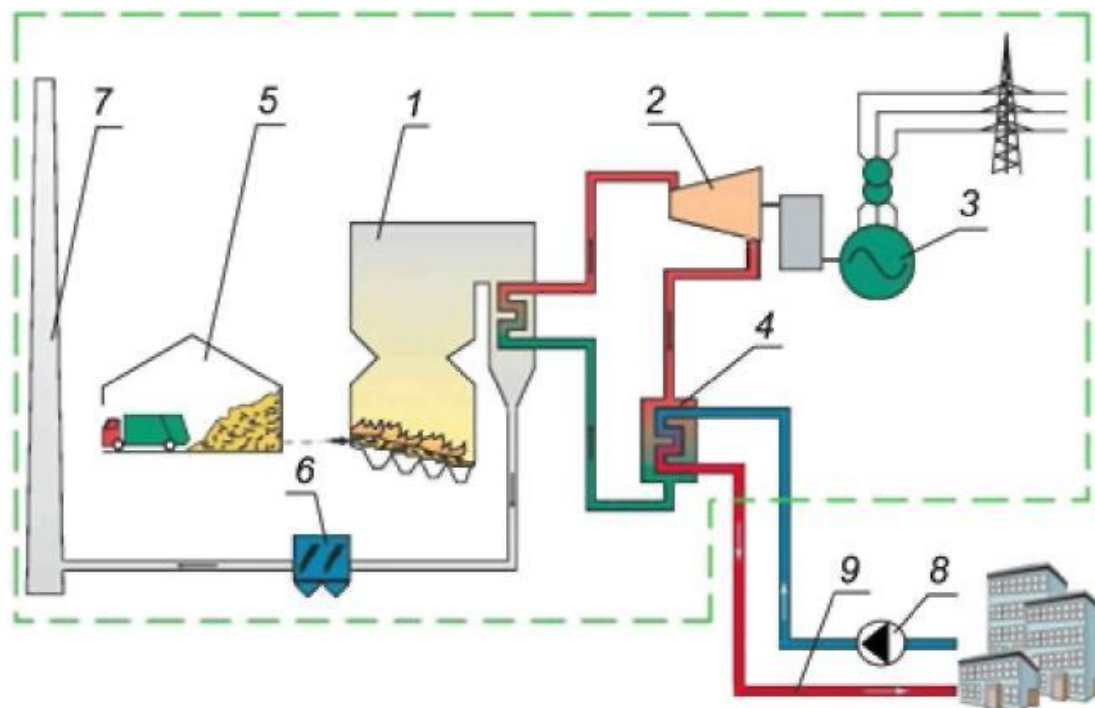
Вимоги до очисного обладнання

Тип обладнання	Ступінь очистки	Вимоги по твердим частинкам, мг/нм ³
Циклон	60...80%	Для котлів з валовим викидом частинок до 500 г/год включно <u>не більше</u> 150 мг/нм ³
Мультициклон	70...90%	
Рукавний фільтр	85.95%	Для котлів з валовим викидом частинок більше 500 г/год включно <u>не більше</u> 50 мг/нм ³
Електрофільтр	93.99%	

ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КОТЕЛЬНОЇ НА БІОМАСІ

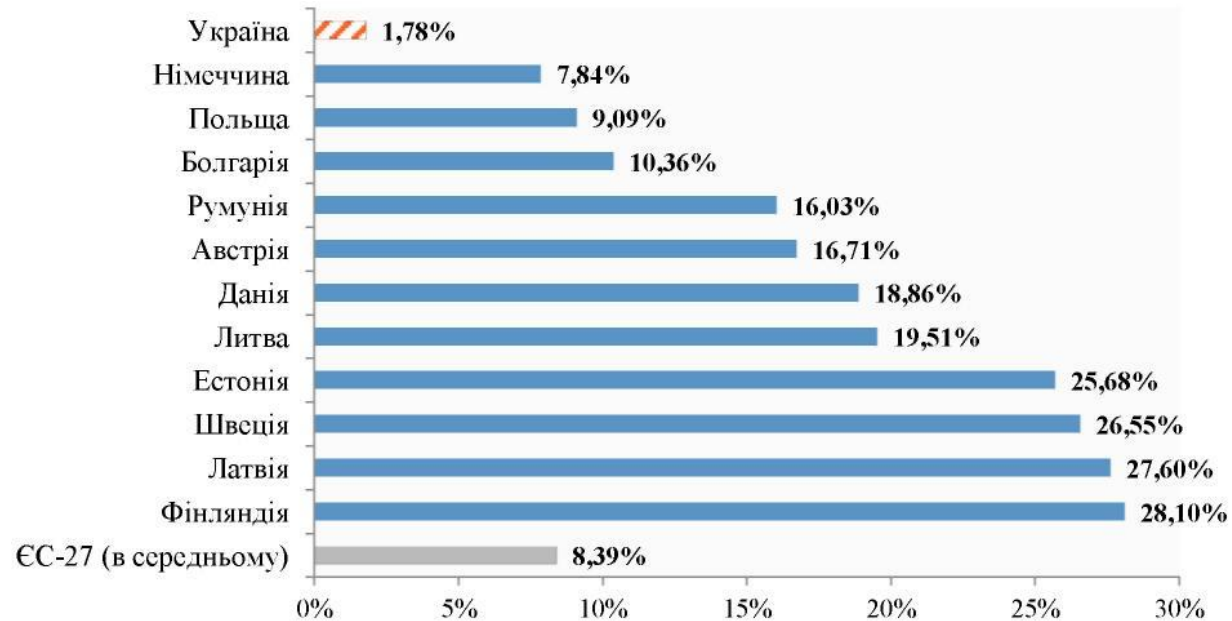


ПРИНЦИПОВА СХЕМА ТЕЦ НА ТВЕРДІЙ БІОМАСІ



- 1 – паровий котел на біомасі;
- 2 – парова турбіна (протитискового типу);
- 3 – електрогенератор;
- 4 – підігрівач мережевої води на ТЕЦ;
- 5 – склад біопалива;
- 6 – система очистки димових газів;
- 7 – димова труба;
- 8 – мережевий насос;
- 9 – система централізованого тепло забезпечення.

Частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні деяких країн ЄС і в Україні, 2016 р.



Теплота згоряння палив

Теплота згоряння	Одиниці вимірювання	МДж, (ккал)
Газ природний, при 20°C, 101,325 кПа	м ³	31,8; (7600)
Солома	кг	15,7; (3750)
Пелети із соломи	кг	14,51; (3465)
Лушпиння соняшнику, сої	кг	17,00; (4060)
Кукурудза-початок (W>10%)	кг	14,65; (3500)
Свіжозрубана деревина (W=50...60%)	кг	8,12; (1940)
Висушена деревина (W=20%)	кг	14,24; (3400)
тріска	кг	10,93; (2610)
тірса	кг	8,37; (2000)
Пелета деревна	кг	17,17; (4100)

Отже, використання тільки **10 млн. т соломи** для енергетичних потреб дає щорічну економію **5 млрд. м3 природного газу**.

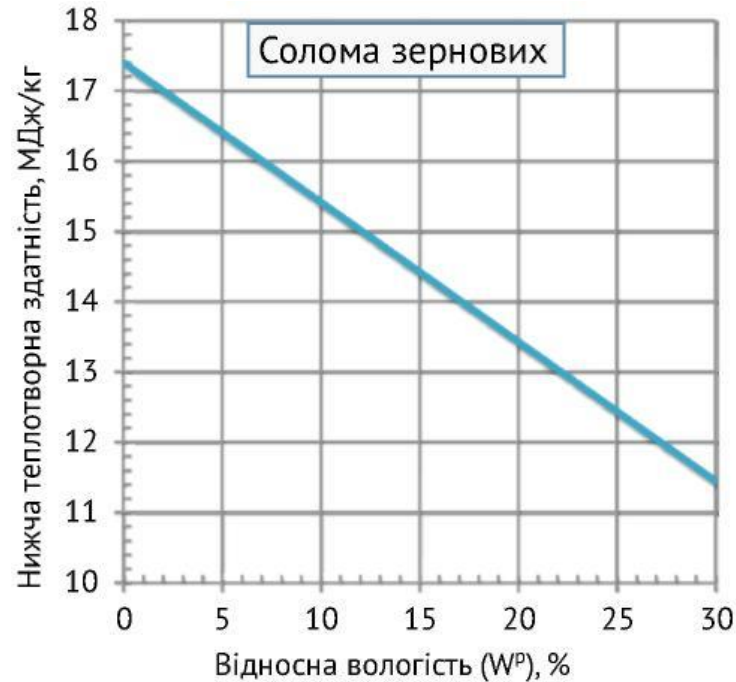
Енергетичний потенціал рослинних відходів сільського господарства (2016 рік)

Вид біомаси	Врожай с/г культур, млн. т	Загальний обсяг відходів (теоретичний потенціал), млн. т.	Частка відходів на енергетичні потреби	Енергетичний потенціал			
				млн. т	W, %	Q _{н^p} , МДж/кг	млн. т у.п.
Солома зернових культур	зернові (без кукурудзи): 32,1	30,6	30%	9,2	20	14,5	4,5
Відходи виробництва кукурудзи на зерно: всього, у т.ч.*	кукурудза: 30,9	40,2	40%	16,1	50	8	4,4
- стебла (з листям)		30,3		12,1			3,3
- стрижні		5,6		2,2			0,6
Відходи виробництва соняшника: всього, у т.ч.	соняшник: 11,0	20,9	40%	8,3	60	6	1,7
- стебла (з листям)		14,3		5,7			1,2
- кошики		6,6		2,6			0,5
Всього	74,0	91,8		33,6			10,6

* Інша частина відходів – обгортка качана з ніжкою.

(1000 куб.м природного газу = 1,16 т у.п.=0,812 т н.е. (н.е. – нафтовий еквівалент; у.п. – умовне паливо)).

ЗМІНА ТЕПЛОТВОРНИХ ПОКАЗНИКІВ СОЛОМИ



Теплотворні показники соломи

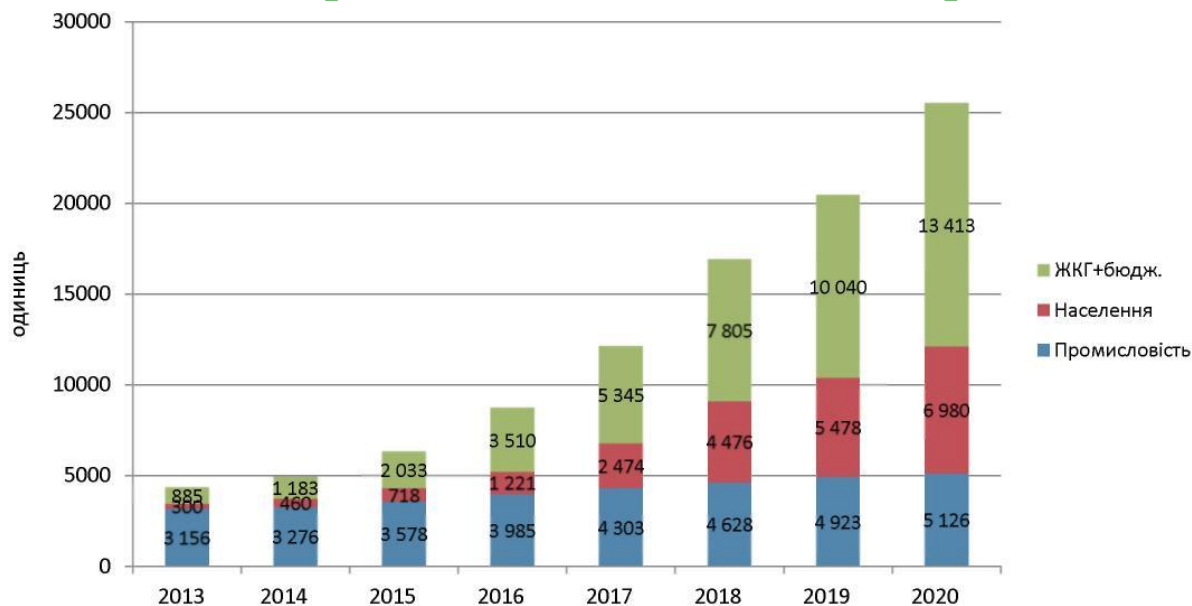
Зернова культура	Зольність, на суху масу, A^c , %	Нижча теплотворна здатність сухої маси O_n^c , МДж/кг	Нижча теплотворна здатність робочої маси O_p при вологості 20%, МДж/кг
Жито	4,5	17,0	13,1
Пшениця	6,5	17,8	13,8
Ячмінь	4,5-5,88	17,4	13,4
Овес	4,9	16,7	12,9
Солома (в середньому)	5,0	17,4	13,5

Скорочення викидів CO₂ при заміщенні природного газу біомасою в Україні

14

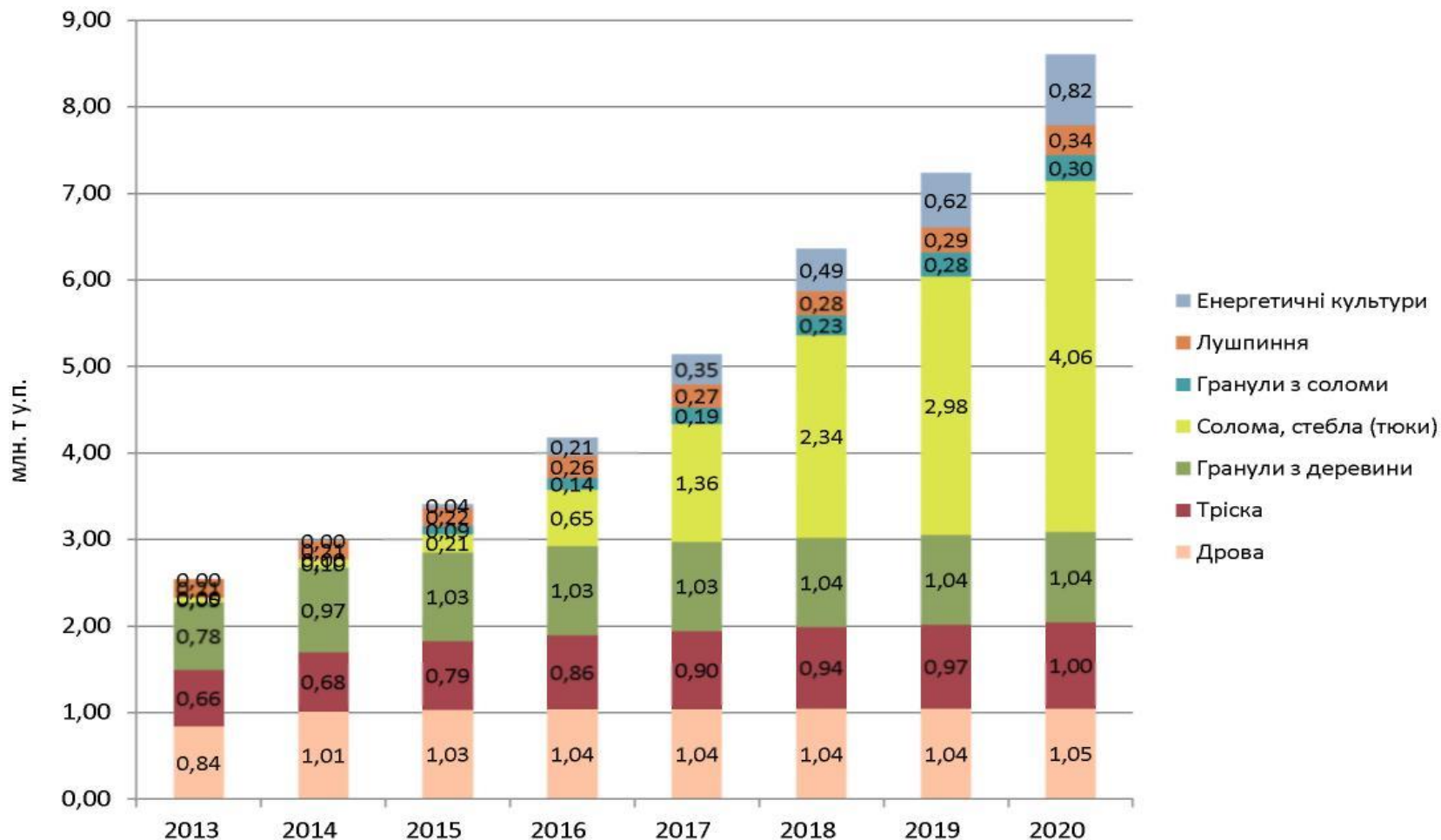


Динаміка створення нових робочих місць за рахунок впровадження біоенергетичного обладнання в Україні



Структура біопалив для виробництва теплової енергії в Україні

15



Потокове збирання соломи

Збір соломи з поля повинен відбуватися відразу після збору урожаю зернових, що унеможливить збільшення вологості внаслідок випадання опадів, та дозволить відразу приступити до операцій по обробці ґрунту.



Формування та укрупнення валків



Прес-підбирачі тюків провідних виробників світу



Навантаження тюків фронтальним навантажувачем



Перевезення великих тюків соломи



Розвантаження тюків з вантажівки на складі



Зберігання тюкової соломи під навісом і на критому складі



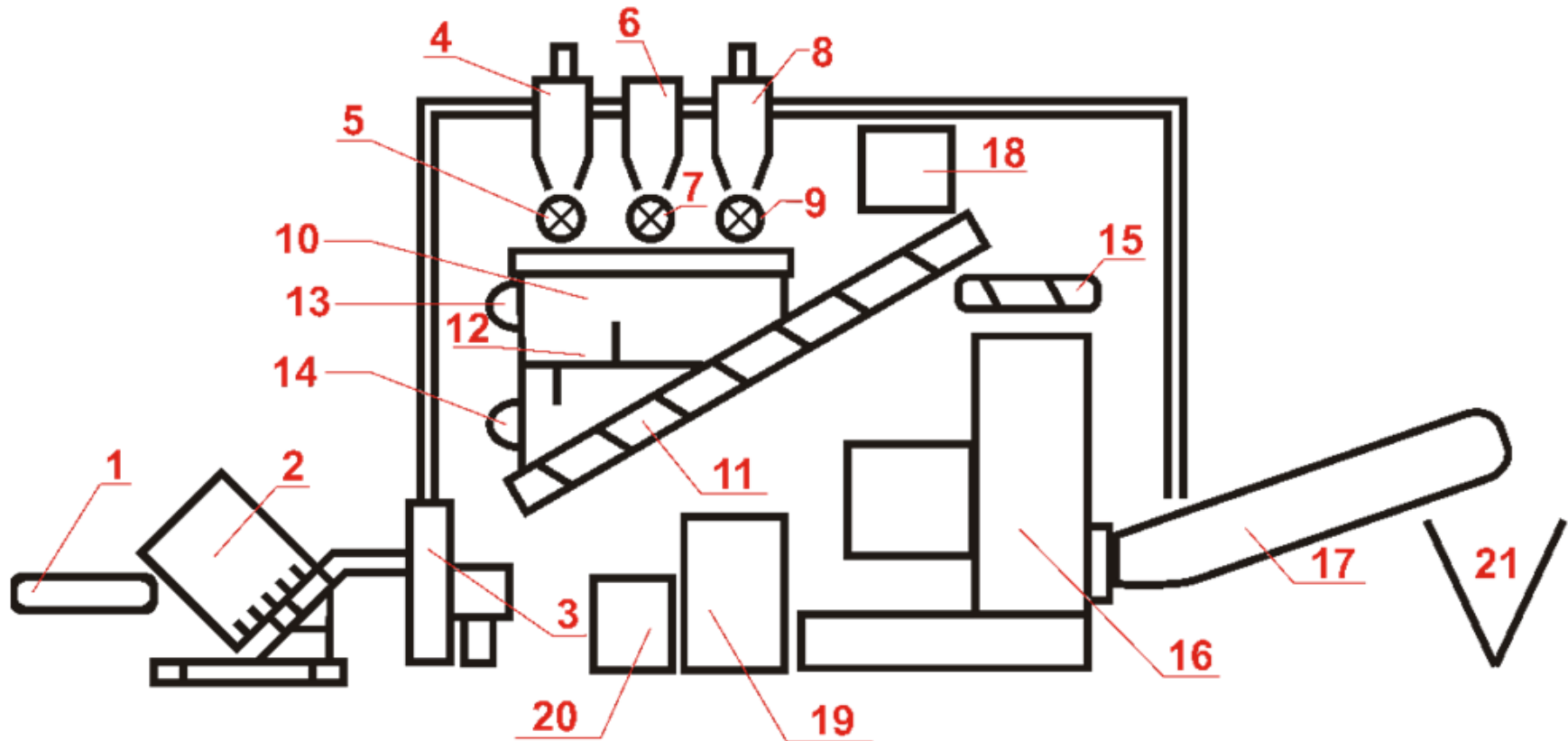
Зберігання тюкової соломи на відкритому повітрі під захисною плівкою та загорнутою у плівку





ЛГБМ-2000 призначена для переробки сухої біомаси на паливні гранули (пелети). Лінія з незначними переробками налаштовується на будь-які види біомаси: солома будь-яких культур, тирса, стружка, макуха, сухий силос, торф і т.д. Лінія дозволяє переробити більше 750 тон біомаси за 1 місяць роботи.

КІНЕМАТИЧНА СХЕМА ЛІНІЇ ГРАНУЛЯЦІЇ СОЛОМИ ЛГБМ-2000



Кінематична схема лінії грануляції соломи

- | | | |
|---|---|--|
| 1. транспортер пуків | 8. циклон активний 11 кВт для охолодження суміші з шлюзовим затвором 9. | 16. прес-гранулятор ППМ-2000 |
| 2. подрібнювач соломи ПС-30 «Торнадо» | 10. бункер преса з шнековим дозатором 11. | 17. транспортер охолоджувач |
| 3. молоткова дробарка | 12. ворошилка | 18. ємність для води |
| 4. циклон активний 7,5 кВт з шлюзовим затвором 5. | 13. датчик верхнього рівня | 19. шафа керування лінією |
| 6. циклон пасивний молоткової дробарки з шлюзовим затвором 7. | 14. датчик нижнього рівня | 20. шафа керування подрібнювачем соломи ПС-30 |
| | 15. шнек кондиціонер | 21. бункер готової продукції з наповнювачем мішків |

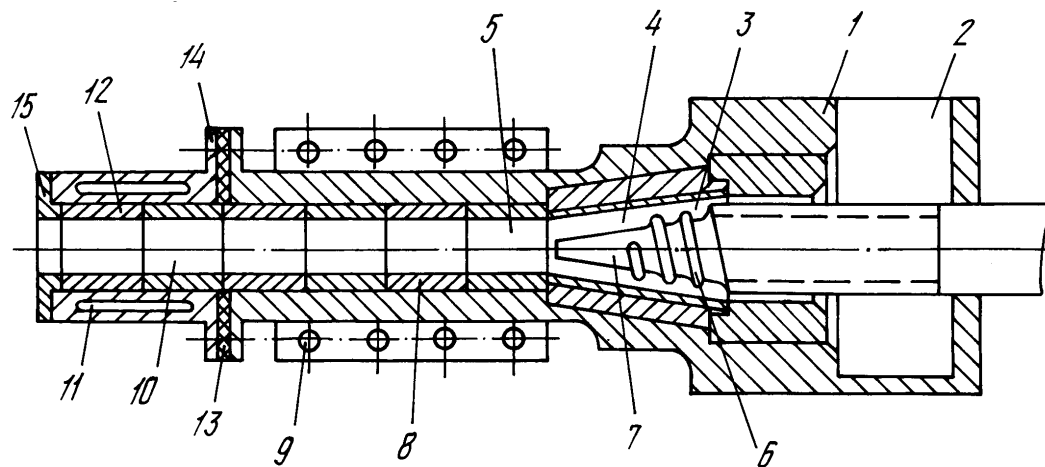
РОБОТА ШНЕКОВОГО ПРЕСУ-ГРАНУЛЯТОРА ППМ-2000

Шнековий прес працює наступним чином. Частинки подрібненої сировини через приймальну зону 2 подаються на приводний прес-шнек 6, який переміщує подрібнену деревину з приймальної зони 2 в зону 3 стиснення пресованої маси. Під час переміщення пресованої маси по зонах стиснення 3 і формування 4 відбувається розігрівання маси за рахунок тепла, що виділяється від внутрішнього тертя маси.

Під дією сил стиснення і температури природна сполука, що входить до складу сировини, пластифікується і пов'язує окремі частинки сировини. При цьому під дією високої температури поверхня гранул-брикетів карбонізується, утворюючи захисну оболонку.

Режим брикетування підбирають для кожного типу сировини індивідуально. Спосіб дозволяє виготовляти гранул-брикети з різної рослинної сировини, регулюючи температуру термообробки і зусилля пресування.

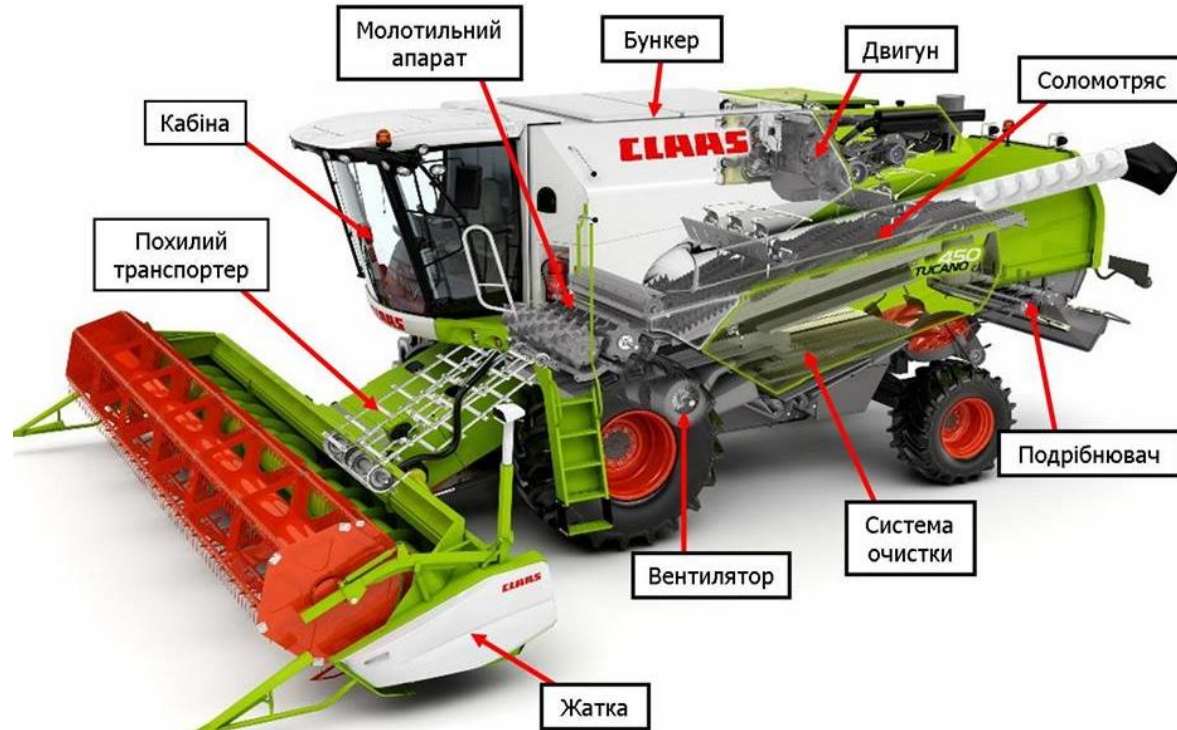
Сформовані гранули із зони 4 формування проходить в зону 5 витримки. Зона 5 витримки гранул обігривається нагрівачем 9. Із зони 5 витримки, гранули поступають в зону 10 охолодження (мундштук). За рахунок циркуляції в порожнині мундштука охолоджуючої рідини зовнішні поверхні гранул охолоджуються до температури 40-95°C. Це перешкоджає інтенсивному парові і газоутворенню гранул при виході їх з преса, сприяє підвищенню міцності і водостійкості поверхневих шарів одержуваної продукції.



Шнековий прес-гранулятор ППМ-2000, поздовжній розріз

ОСНОВНЕ ДЖЕРЕЛО ПРОДУКУВАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ (АГРОВІДХОДІВ)

Будова зернозбирального комбайну

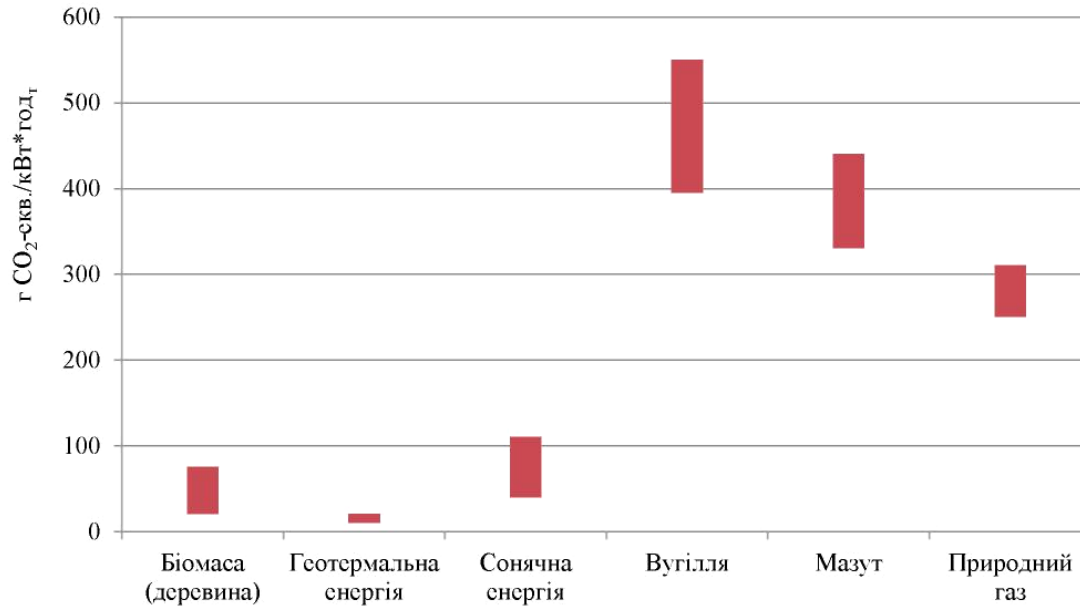


Запропонована вперше загальна структурна схема модульного вузла переробки соломи (рослинних відходів) у зернозбиральному комбайні:

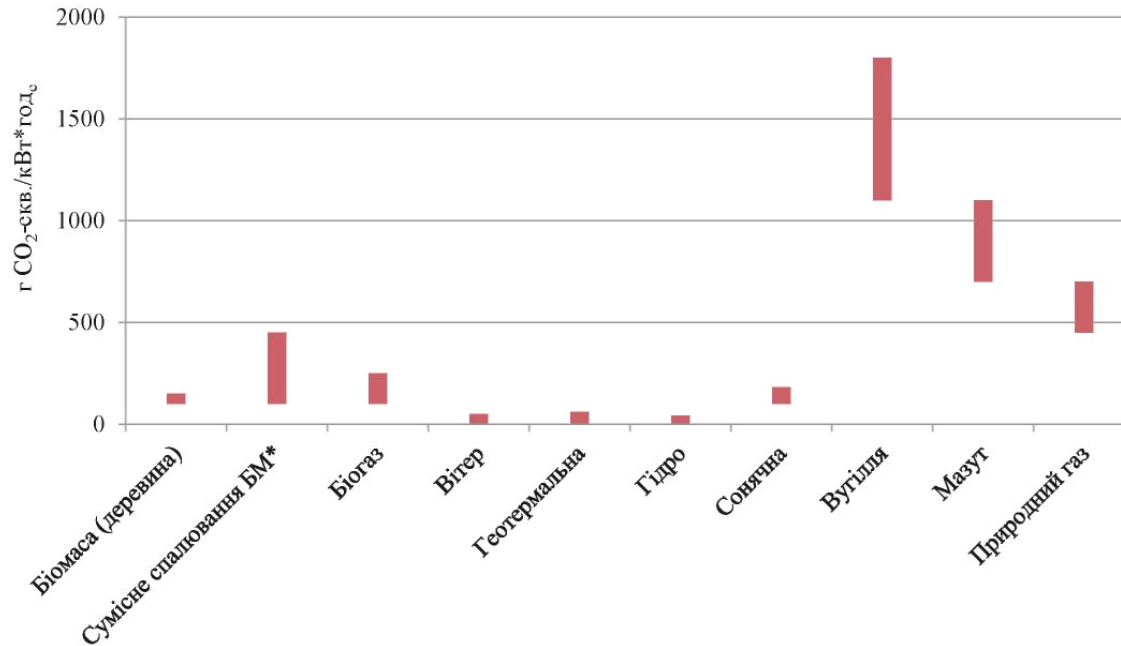


- 1) соломотряс зернозбирального комбайну;
- 2) подрібнювач соломи;
- 3) шнековий прес-гранулятор;
- 4) бункер для солom'яних гранул.

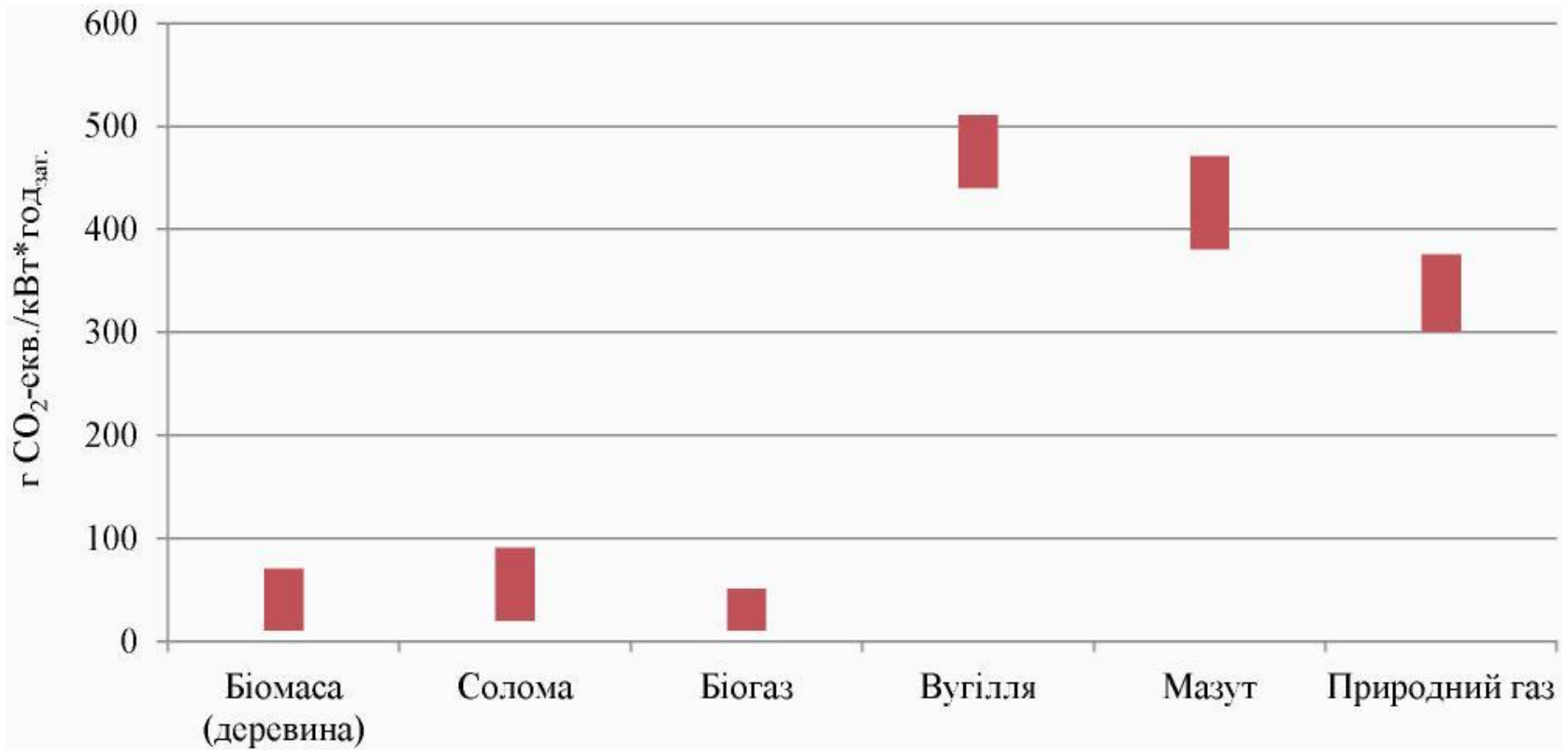
Питомі викиди парникових газів при виробництві теплової енергії [1]



Питомі викиди парникових газів при виробництві електроенергії [1]



Питомі викиди парникових газів при комбінованому виробництві теплової та електричної енергії [1]



1. Neil Bird, Annette Cowie, Francesco Cherubini, Gerfried Jungmeier. Using a Life Cycle Assessment approach to estimate the net greenhouse gas emissions of bioenergy. Report on IEA Bioenergy Task 38.

<http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Using-a-LCA-approach-to-estimate-the-net-GHG-emissions-of-bioenergy.pdf>

ВИСНОВКИ

Отже, за результатами роботи можна зробити наступні висновки:

1. Проведено оцінку потенціалу енергетичних ресурсів рослинних відходів в Україні.
2. Зроблено аналіз методів і засобів енергетичного використання рослинних відходів в Україні.
3. Досліджено та проаналізовано логістику і організаційно-технічні рішення продукування, постачання, транспортування, складування і використання відходів рослинництва.
4. Зроблені дослідження та аналіз роботи лінії гранулювання рослинних відходів – ЛГБМ-2000 та роботи шнекового пресу-гранулятора ППМ-2000.
4. Проведено попереднє проектування лісного енергетичного господарства.
5. Зроблений аналіз технології та конструкції котлів для виробництва теплової та електричної енергії із рослинних відходів.
6. Запропонована загальна структурна схема удосконалення конструкції зернозбирального комбайну.
7. Розроблені природоохоронні заходи і рекомендації покращення процесу переробки рослинних відходів для виробництва енергії в Україні.

ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отже, для швидкого вирішення питання енергозабезпечення України за рахунок використання власних відновлюваних джерел енергії необхідно:

- 1) використовувати до 30% теоретичного потенціалу соломи зернових культур й до 40% теоретичного потенціалу відходів виробництва кукурудзи на зерно та соняшника;
- 2) врегулювати питання заготівлі деревного палива приватними компаніями, що мають відповідну техніку та обмежити спалювання деревних відходів на лісосіках. Сучасні українські держлісгоспи не мають достатньої техніки і мотивації для значного збільшення заготівлі деревного палива та корисній утилізації деревних відходів;
- 3) використовувати енергетичні культури для отримання додаткової агробіомаси та нарощування енергетичного споживання аграрних відходів й біопалива з енергетичних плантацій;
- 4) спростити процедуру землевідведення під об'єкти біоенергетики;
- 5) спростити процедуру комплексної експертизи проектів з будівництва котелень та ТЕЦ на біомасі, біогазових установок та інших біоенергетичних об'єктів;

НАУКОВА НОВИЗНА

1. Удосконалено метод використання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва для отримання енергії.
2. Запропонована вперше загальна структурна схема модульного вузла переробки рослинних відходів у пелети в конструкції зернозбирального комбайну.

Публікації:

1. Майданюк А.Д., Доценко О.А., Васильківський І. В. Удосконалення логістики використання рослинних відходів / “VI Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю” (Екологія/Ecology-2017), 25–27 вересня, 2017. Збірник наукових статей. – Вінниця: Видавництво-друкарня Діло, 2017. – 275 с.
2. Майданюк А.Д., Сальвадор Р. Е. А., Васильківський І. В. Використання рослинних відходів для виробництва енергії / «Екологія та екологічна безпека»: Матеріали науково-практичної конференції всеукраїнського студентського конкурсу», (15-17 березня 2017 року). – м. Полтава: ПолтНТУ, – 92 с;
3. Майданюк А.Д., Доценко О.А., Васильківський І. В. Використання рослинних відходів для виробництва енергії в Україні / Підсумкова конференція III Всеукраїнського конкурсу «Молодь і прогрес у раціональному природокористуванні», (7-8 грудня, 2017 року) – м. Київ: ННІЕБ НАУ.

Акт впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи**АКТ**

впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи студентки Майданюк Анастасії Дмитрівни (група ТЗД-16м) на тему: «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ» у технологічний процес підприємства

Комісія у складі директора підприємства Дудника І.Ю., Комерційного директора Мадзара П.П., інженера з охорони праці Дзекана М.С. склали цей акт про те, що було впроваджено розробки студентки Інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля (ІнЕБМД) Вінницького національного технічного університету Майданюк Анастасії Дмитрівни на підприємстві ТОВ «ВЕНДИЧАНСЬКА ЦЕГЛА», а саме: використання пелет із соломи та лушпиння соняшника як джерела енергії для технологічного процесу виготовлення цегли.

«27» листопада 2017 р.

Голова комісії:

Директор ТОВ «ВЕНДИЧАНСЬКА ЦЕГЛА»
Дудник І.Ю.

Члени комісії:

Головний інженер з охорони праці ТОВ
«ВЕНДИЧАНСЬКА ЦЕГЛА» Дзекан М.С.

Комерційний директор ТОВ «ВЕНДИЧАНСЬКА ЦЕГЛА» Мадзар П.П.

**Диплом II ступеня переможця
Всеукраїнського конкурсу студентських
наукових робіт за галуззю науки
«Екологія та екологічна безпека» (м.
Полтава, 2017 р.)**



**Диплом III ступеня лауреата III
Всеукраїнського конкурсу «Молодь і
прогрес у раціональному
природокористуванні» (м. Київ, 2017 р.)**



**Доповідь закінчено.
Дякую за увагу!**

