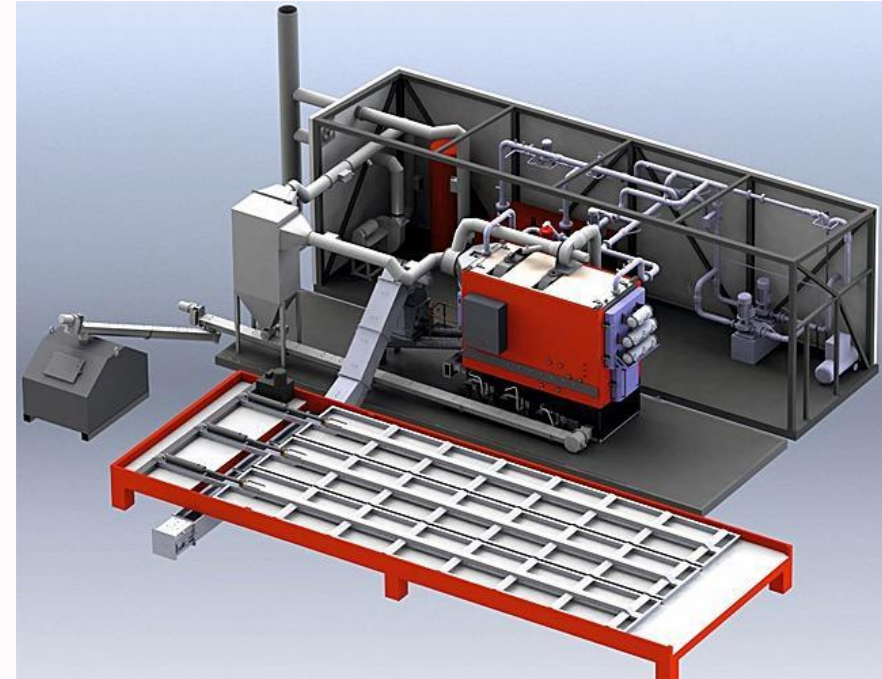




Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Використання твердої біомаси як палива на котельних

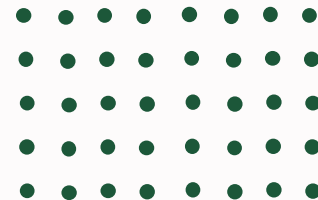
Володимир Крамар, к.т.н.,
ТОВ «НТЦ «Біомаса»,
Біоенергетична асоціація
України



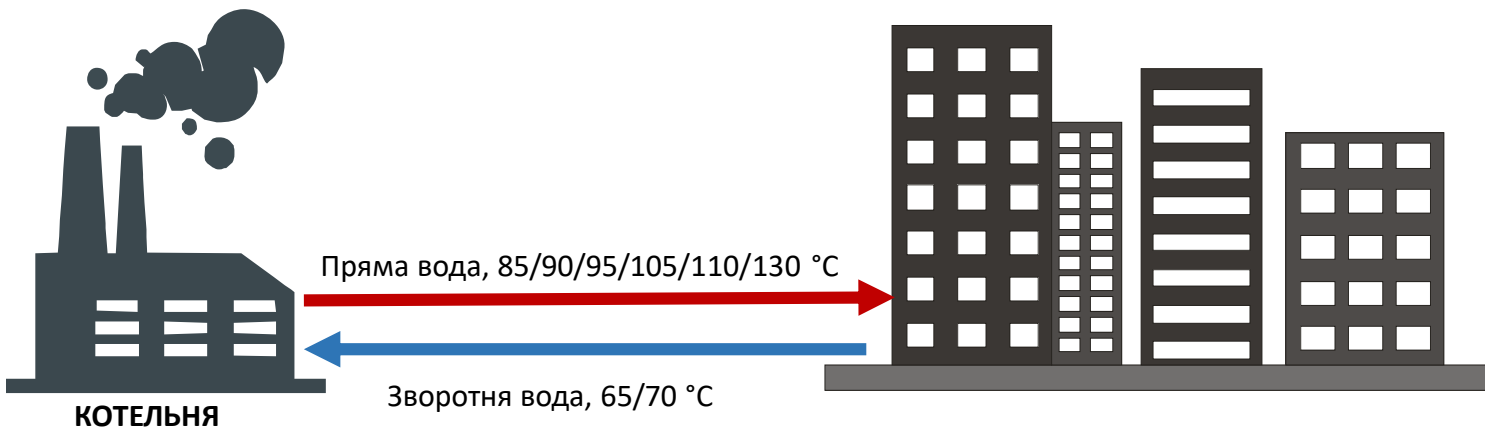


Зміст

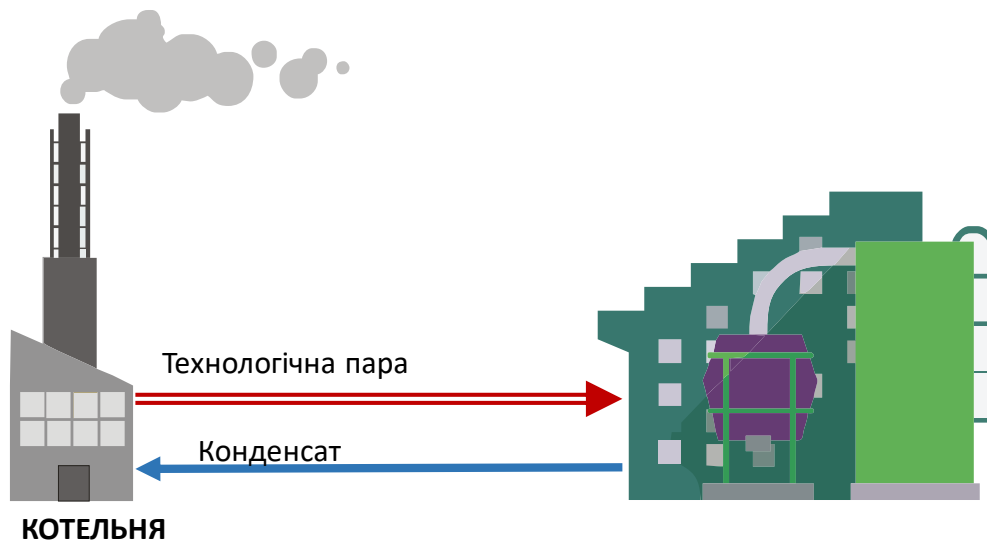
- 01** Основні напрямки енергетичного використання твердої біомаси
- 02** Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання
- 03** Використання твердої біомаси в індивідуальному тепlopостачанні
- 04** Використання твердої біомаси в централізованому тепlopостачанні
- 05** Використання твердої біомаси в промисловості та сільському господарстві
- 06** Теплові акумулятори та теплоутилізатори
- 07** Приклади впроваджених проєктів енергетичного використання твердої біомаси



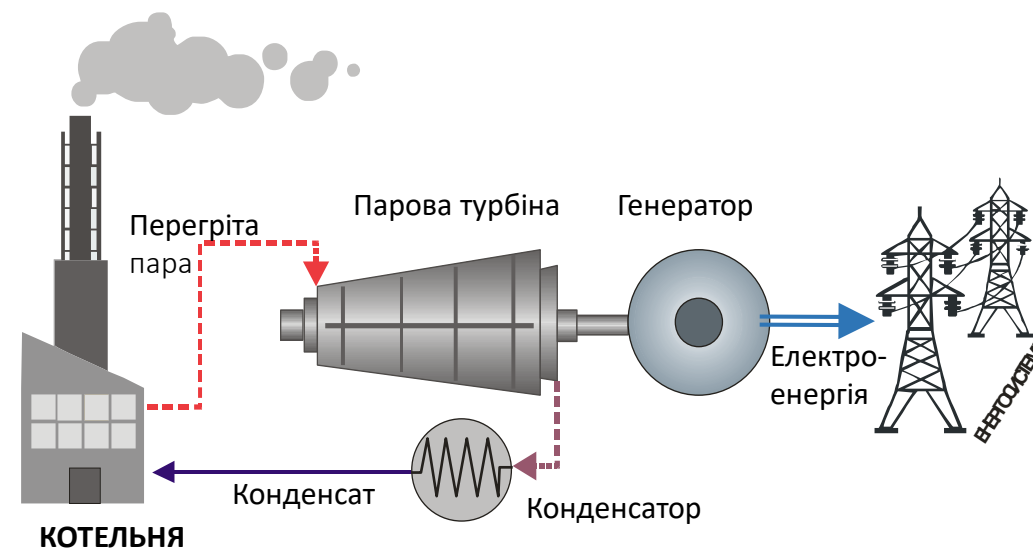
Які є котельні за потужністю та використанням



Опалювальні котельні. Працюють в опалювальний сезон (160-190 днів на рік), можуть працювати в неопалювальний сезон для забезпечення гарячого водопостачання. Теплоносій – вода. Теплова потужність 1-300 МВт



Виробничі котельні. Працюють тоді, коли працює підприємство- частину року або цілий рік. Теплоносій – найчастіше технологічна пара. Теплова потужність від 1 МВт



Котельні енергетичних підприємств (ТЕЦ, ТЕС). Працюють цілий рік. Теплоносій – перегріта пара. Теплова потужність одного котла може сягати сотень МВт

Які є специфічні вимоги та обмеження при проектуванні котельних на біомасі

ДБН В.2.5-77:2014. Ці Норми встановлюють вимоги проектування при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні існуючих котелень (котельних установок) незалежно від їх продуктивності з паровими, водогрійними і пароводогрійними котлами, тепло генераторами з надлишковим тиском пари не більше ніж 3,9 МПа, температурою води не вище ніж 200 °С.

Для виробничих будівель допускається проектування прибудованих, вбудованих та дахових котелень. Роботу дахових котелень передбачають на природному газі.

Роботу прибудованих і вбудованих котелень допускається передбачати на природному газі, твердому та рідкому паливі з температурою спалаху парів не нижче ніж 61 °С.

Для житлових будинків допускається проектування прибудованих та дахових котелень при застосуванні водогрійних котлів, теплогенераторів із температурою нагріву води не вище ніж 115 °С.

Продуктивність дахових та прибудованих котелень, приймають не вище ніж 5,0 МВт з одиничною потужністю котла, що не має барабанів, не більше ніж 1,25 МВт з урахуванням резерву на потреби постачання споживачів першої категорії.

Загальна продуктивність котлів, теплогенераторів, які встановлюють у вбудованих котельнях для громадських будинків і споруд, адміністративних і побутових будинків не повинна перевищувати:

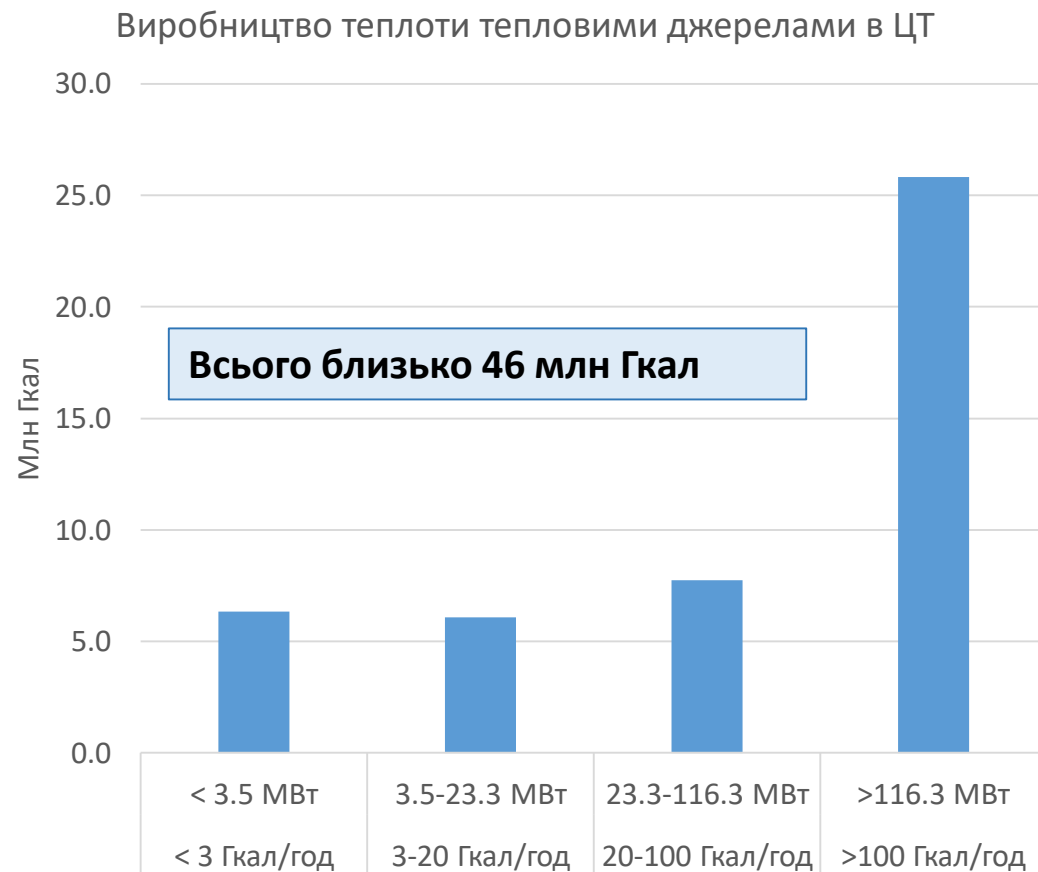
а) 5,0 МВт при роботі котлів та теплогенераторів на природному газі та рідкому паливі (з одиничною потужністю котла, що не має барабанів, не більше ніж 1,25 МВт);

б) **1,7 МВт при роботі котлів, теплогенераторів на твердому паливі** (при загальному максимальному виході золи та шлаку в котельні не більше ніж 150 кг/год).

Продуктивність котелень для виробничих будівель не нормується.

Котельні в централізованому теплопостачанні

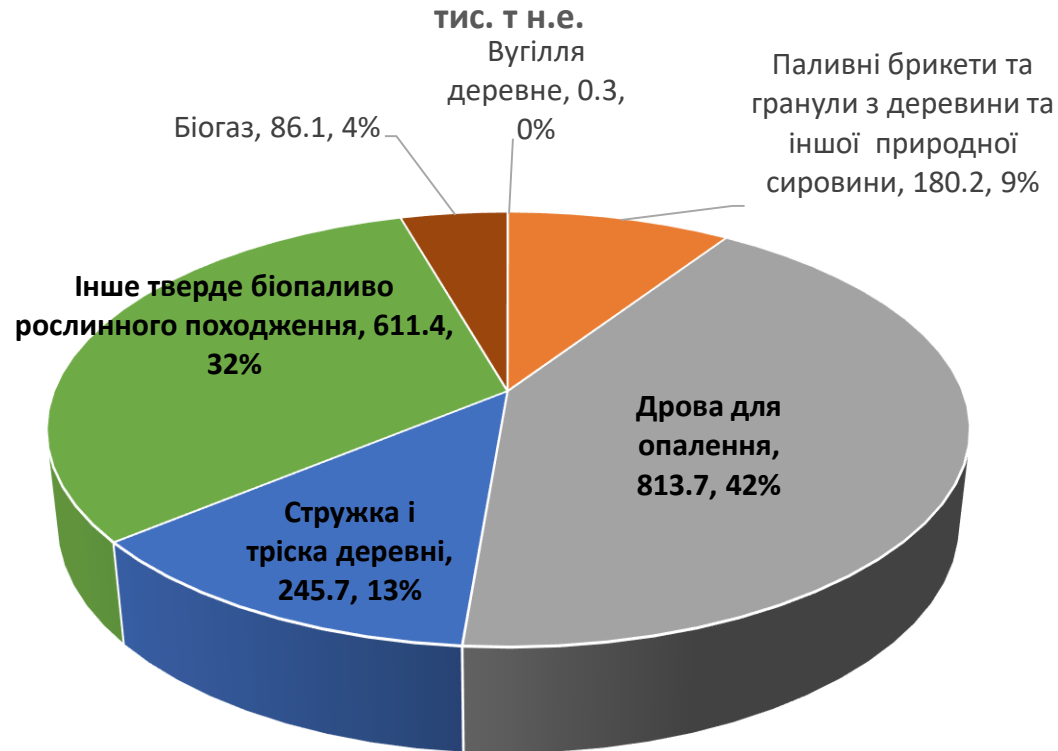
В централізованому теплопостачанні 73% всієї теплової енергії виробляється тепловими джерелами потужністю 20-100 Гкал та >100 Гкал, кількість яких становить близько 4% від загальної кількості джерел.



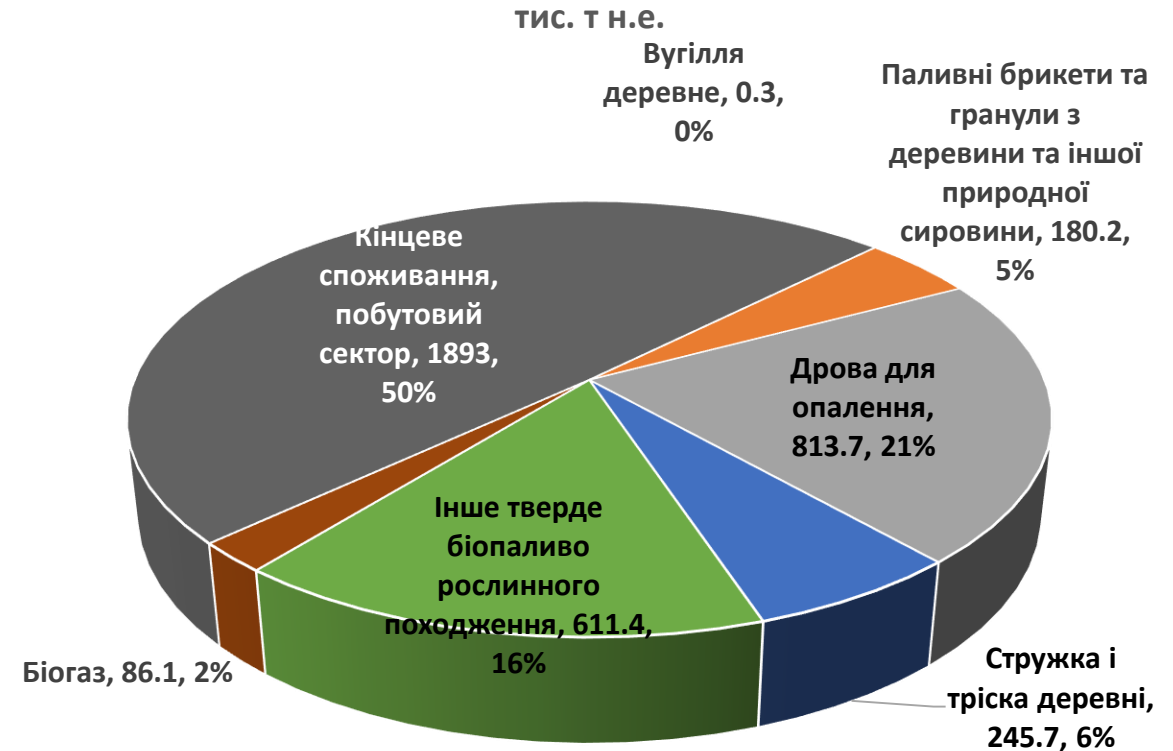
Основний діапазон потужності котельних на БМ

Найбільш застосовні види біомаси, що використовуються в Україні (за даними енергетичного балансу)

Використання паливної біомаси та біогазу, 2020 (без урахування споживання населенням). Всього- 1937

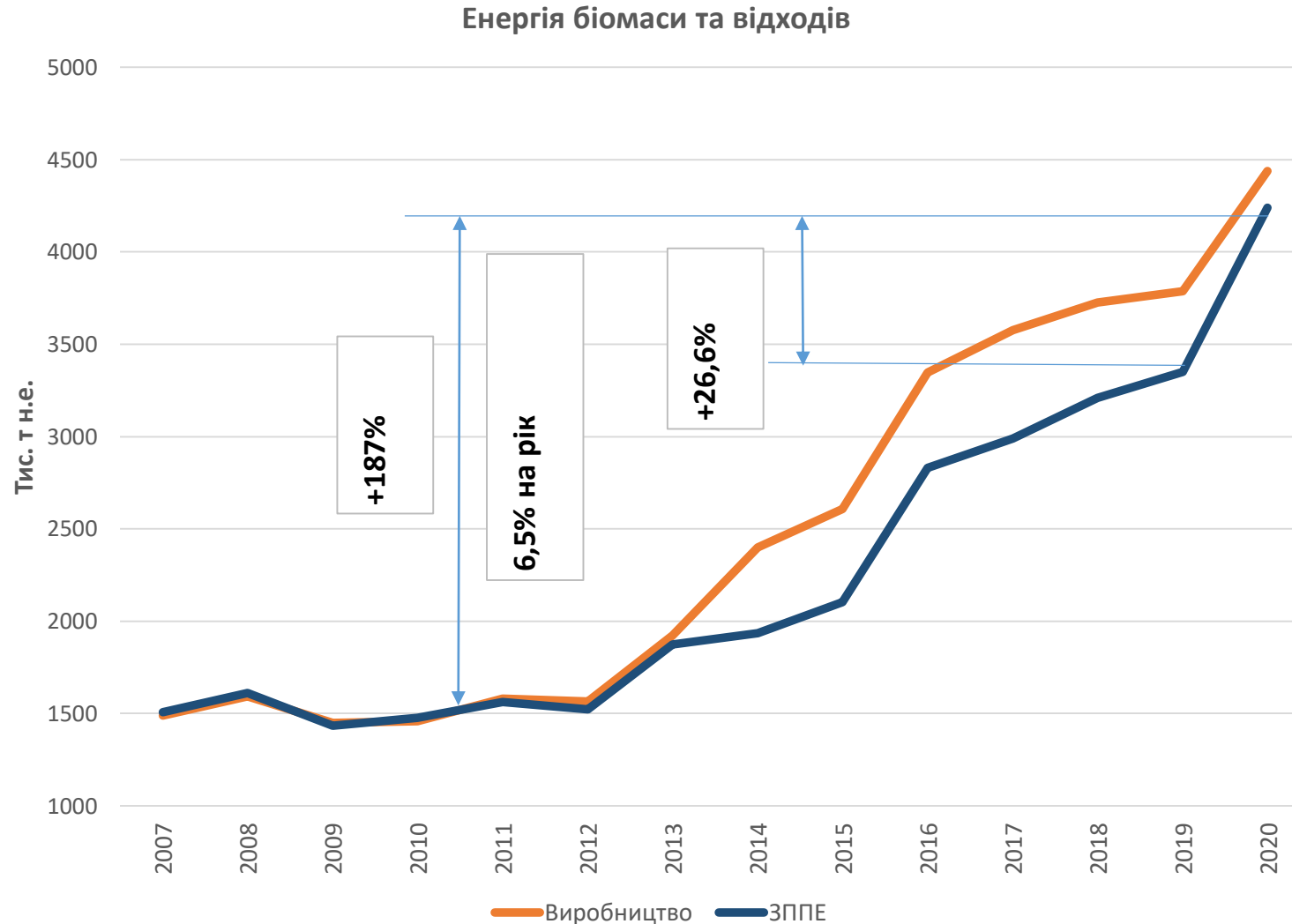


Використання паливної біомаси та біогазу, 2020 (з урахуванням споживання населенням). Всього- 3830



Близько 42% всього використання паливної біомаси та біогазу підприємствами та організаціями припадає на дрова. Якщо ж до цього врахувати кінцеве споживання біомаси населенням, виявиться, що воно становить практично половину всього споживання біомаси в Україні.

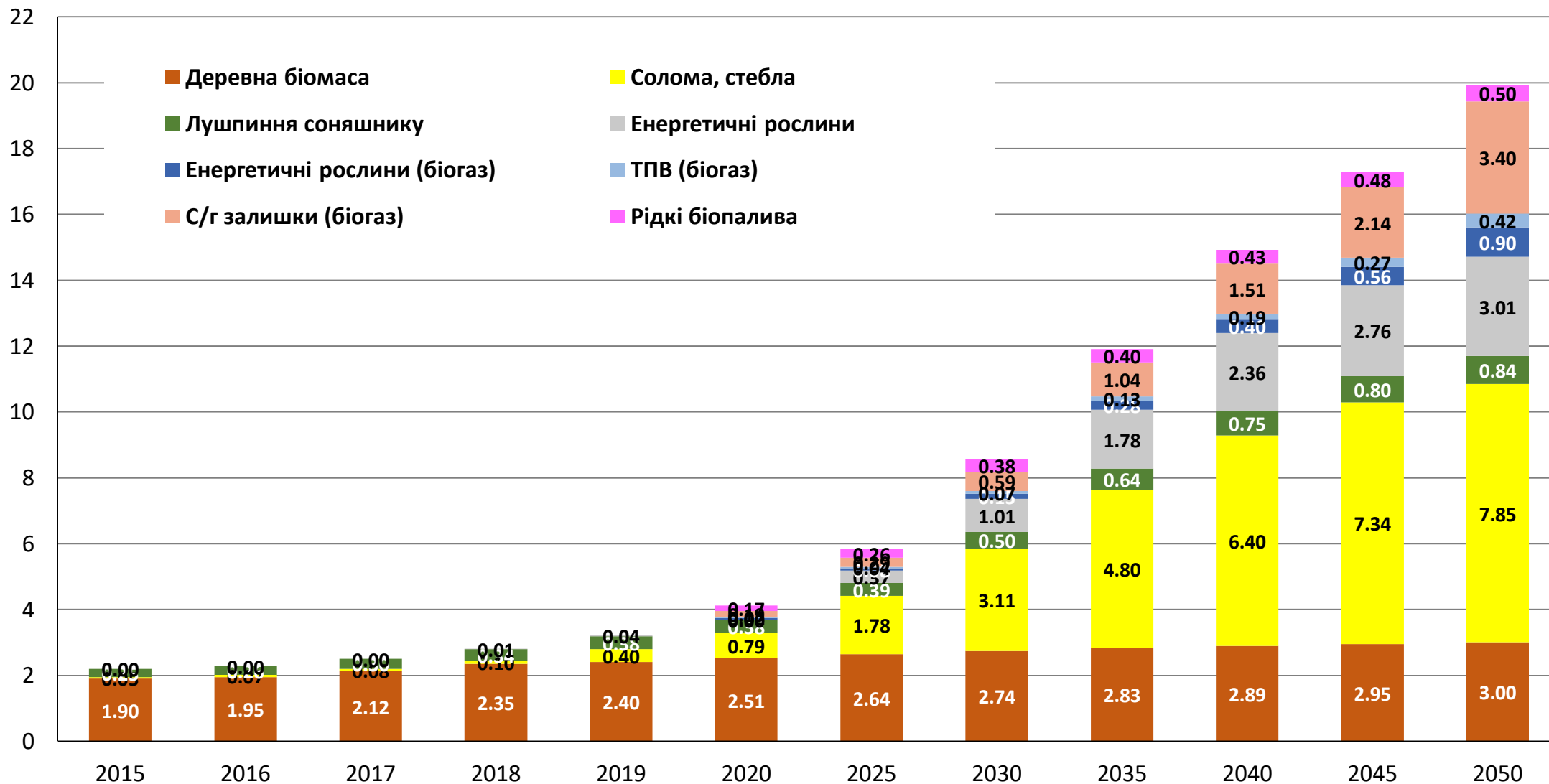
Динаміка збільшення використання енергії біомаси та відходів в енергетичному балансі



За 10 років, з 2011 по 2020 рік, кількість енергії біомаси та відходів в загальному первинному постачанні (ЗППЕ) виросла майже в 3 рази. Середні темпи зростання – 6,5 % на рік. З 2019 по 2020 рік темп зростання був одним з найвищим – 26,6%.

Прогноз структури використання біопалив в Україні до 2050 р. за їх видами (прогноз UABIO)

млн т н.е.

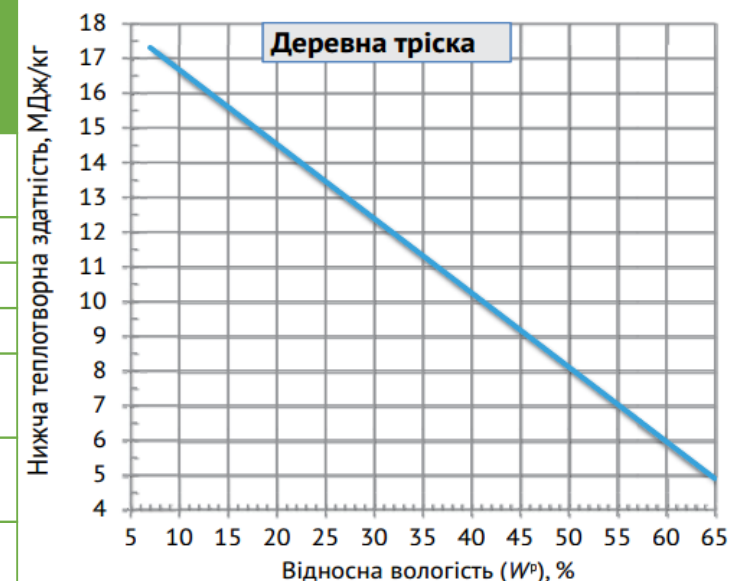


Основні напрямки енергетичного використання твердої біомаси

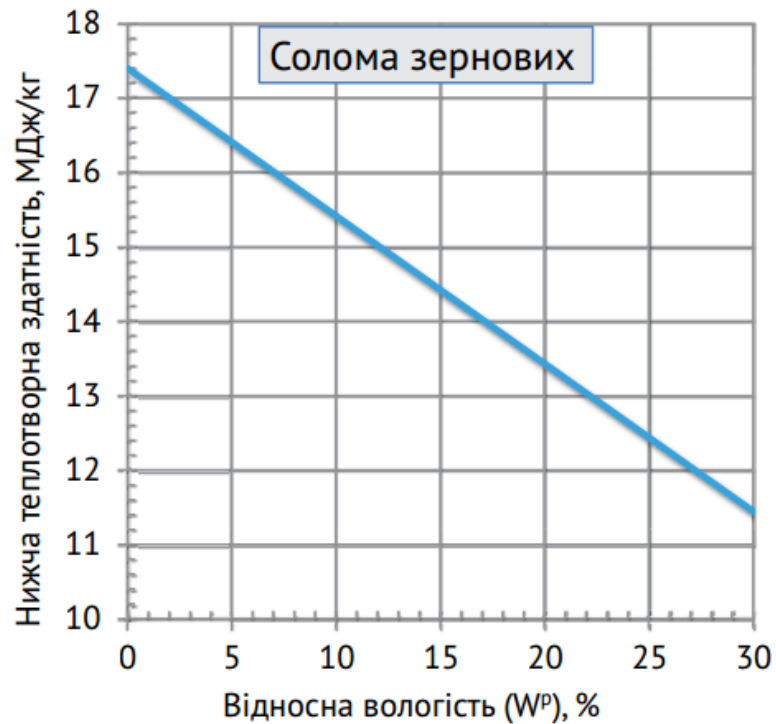
Споживачі	Потреби	Види енергії, що виробляються		Технології та обладнання		Види палива
Індивідуальне теплопостачання	опалення, приготування гарячої води; приготування їжі	теплова		опалювальні печі, каміни, варочні плити	котли	дрова, брикети, пелети, тюкована солома
Централізоване теплопостачання	опалення та гаряче водопостачання для потреб споживачів; виробництво електричної енергії	теплова	електрична (постачання до електромереж)	котли різних типів за принципом спалювання (отримання теплової енергії)	когенерація (ТЕЦ)- паровий цикл, органічний цикл Ренкіна	Дрова, деревна тріска, тирса, пелети, брикети, тюкована солома, органічна частина ТПВ
Промисловий сектор та сільське господарство	опалення; технологічні потреби; виробництво електричної енергії	теплова для опалення та технологічних потреб	електрична (використання для виробничих потреб та постачання до електромереж)	котли та теплогенератори різних типів за принципом спалювання; сушарки; промислові печі; біогазові установки; газифікатори	когенерація (ТЕЦ) на базі парових турбін або ДВЗ; виробництво лише електроенергії (ТЕС)	Дрова, деревна тріска, пелети, брикети, тюкована солома, відходи виробництва; біогаз; синтез-газ

Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання

Паливо	Характеристики	Нижча теплотворна здатність, од. виміру	значення	Насипна вага, кг/м ³	Об'ємний енерговміст, Гкал/м ³	Зольність, %	Температура плавлення золи, °С
Дрова	у повітряно-сухому стані	МДж/кг	13,5	400-500	1,3-1,6	0,2-0,3	1280-1430
Тріска деревна, вільним насипом	вологість * 20%	МДж/кг	14,5	205-250	0,71-0,86	0,3-1	-//-
	вологість 40%	МДж/кг	10,2	240-300	0,58-0,73	-//-	-//-
	вологість 50%	МДж/кг	8,1	260-350	0,5-0,68	-//-	-//-
Тріска деревна, утрамбована	вологість 40%	МДж/кг	10,2	360-390	0,88-0,95	-//-	-//-
Стружка деревна без утрамбування	вологість 7-15%	МДж/кг	14-17	105-140	0,35-0,57	-//-	-//-
те ж, утрамбована	вологість 7-15%	МДж/кг	14-17	140-215	0,47-0,87	-//-	-//-
Тирса деревна велика, без утрамбування	вологість 7%	МДж/кг	17	100	0,4-0,5	-//-	-//-
	вологість 33-38%	МДж/кг	10,5-12,5	170	0,43-0,5	-//-	-//-
Тирса деревна велика, утрамбована	вологість 7%	МДж/кг	17	150	0,6-0,65	-//-	-//-
	вологість 33-38%	МДж/кг	10,5-12,5	260	0,65-0,70	-//-	-//-
Гранули, брикети	з дерева	МДж/кг	17-17,5	550-680	2,2-2,6	0,2-0,5	-//-
	з соломи	МДж/кг	15,5-16	550-600	1,85-2,2	4-6,5	750-1050
	з лушпиння соняшника	МДж/кг	18-18,5	630-650	2,4-2,8	4-6,5	
Кора деревна	у повітряно-сухому стані	МДж/кг	18,5-22,7	-	-	2-10	1440



Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання

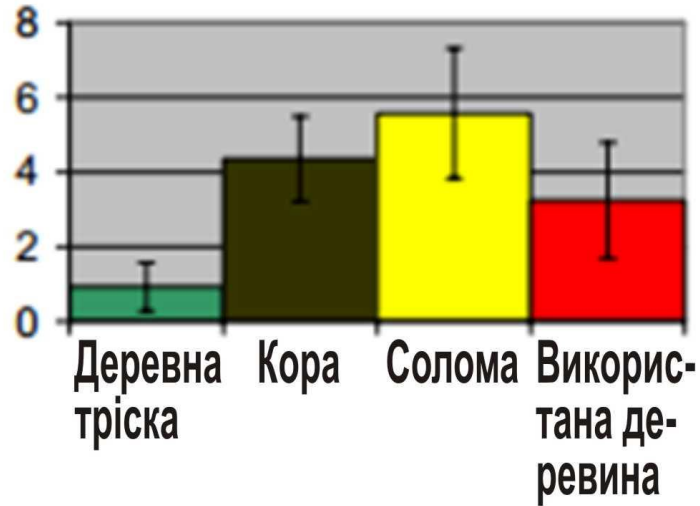


Зернова культура	Зольність, на суху масу, A^c , %	Нижча теплотворна здатність сухої маси Q_p^c , МДж/кг	Нижча теплотворна здатність робочої маси Q_p^p при вологості 20%, МДж/кг
Жито	4,5	17,0	13,1
Пшениця	6,5	17,8	13,8
Ячмінь	4,5-5,88	17,4	13,4
Овес	4,9	16,7	12,9
Солома (в середньому)	5,0	17,4	13,5

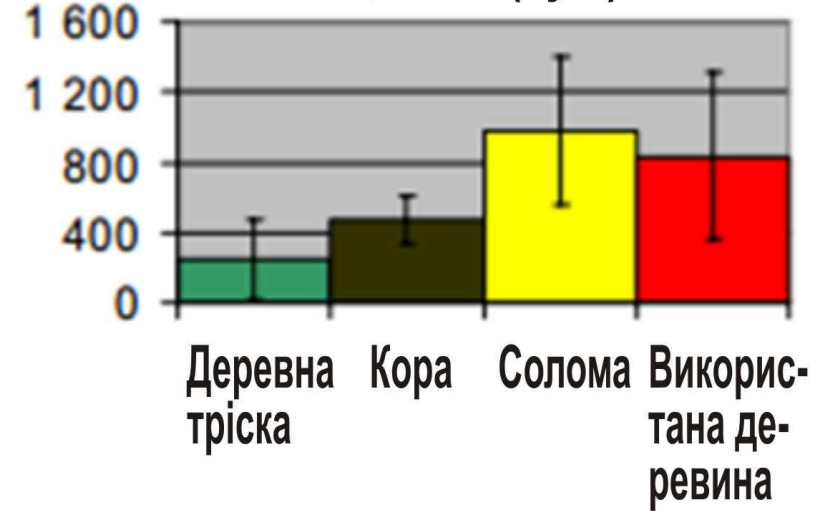
Паливо	Характеристики	Нижча теплотворна здатність,		Насипна вага, kg/m^3	Об'ємний енерговміст, $Gcal/m^3$	Зольність, %	Температура плавлення золи, $^{\circ}C$
		од. виміру	значення				
Деревина енергетичних плантацій	верба, тополя (у повітряно-сухому стані)	МДж/кг	12,5-13,5	-	-	2	1280-1340
Солома зернових	вологість 15%, малі тюки	МДж/кг	14,4	90-135	0,31-0,46	4-6,5	750-1050
	вологість 15%, великі тюки	МДж/кг	14,4	140-180	0,48-0,62	4-6,5	-//-
Солома ріпаку	вологість 9%	МДж/кг	15,5	-	-	5,5	900-1300

Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання

Зола, %мас. (сух.)



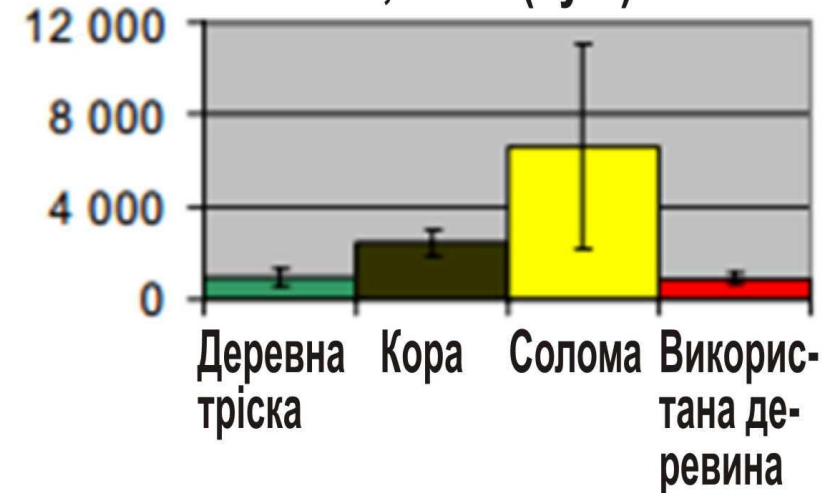
S, мг/кг (сух.)



Cl, мг/кг (сух.)



K, мг/кг (сух.)



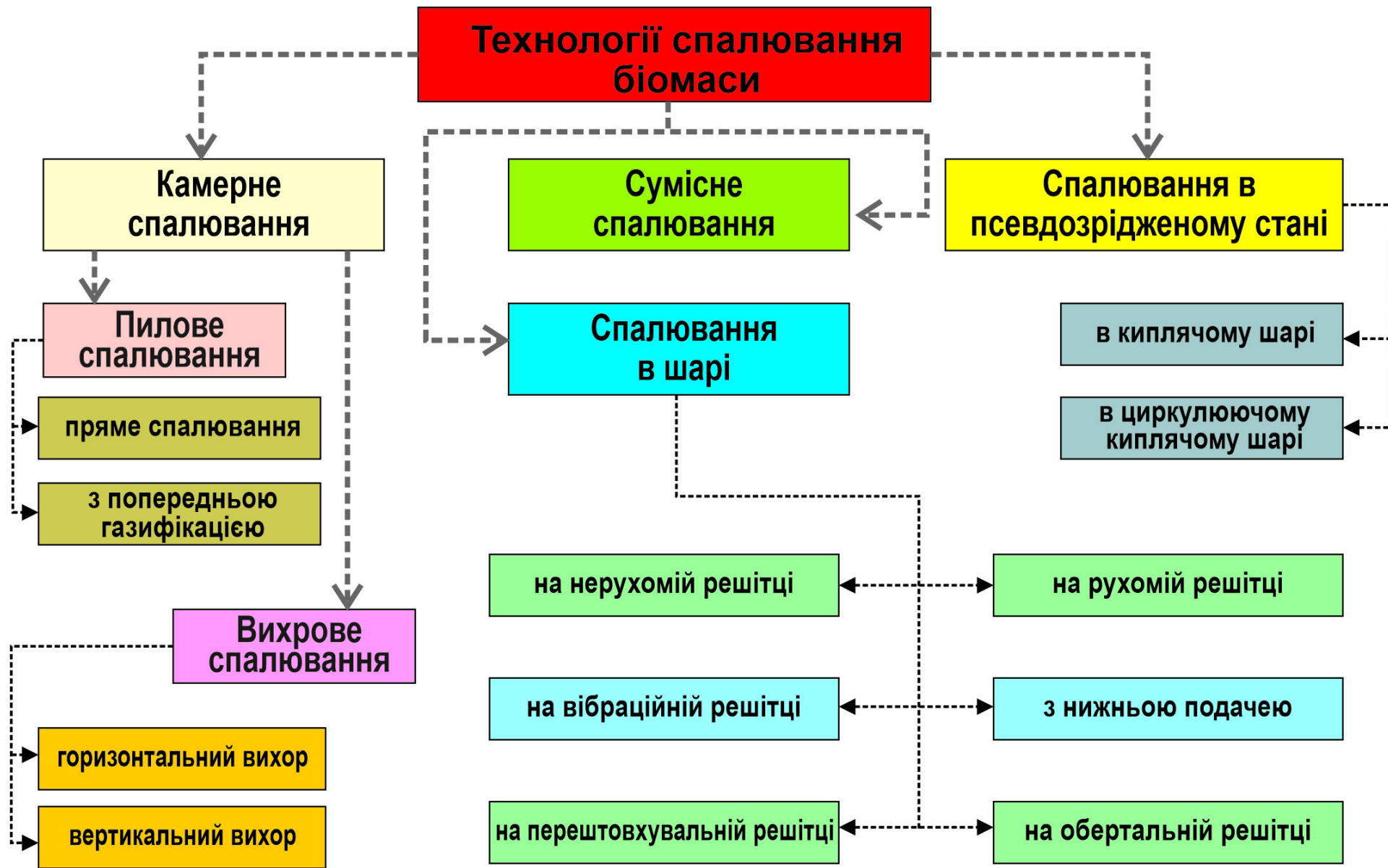
Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання, та їх наслідки

- ❖ Необхідність забезпечення стабільності постачання.
- ❖ Необхідність забезпечення стабільності та передбачуваності паливних характеристик.
- ❖ Вологість палива- важкі обмурування котлів та нагріті поверхні- «каталізатори» запалювання вологого палива.
- ❖ Вміст золи та температура її плавлення.
- ❖ Необхідність певного поводження з золою – операцій по її видаленню та вивезення з котельні.
- ❖ Очищення від сажі.
- ❖ Очищення димових газів від твердих часток
- ❖ Менша енергетична щільність об'єму палива- більші об'єми топкового простору.
- ❖ Необхідність складів палива, систем та техніки для складування біомаси та її подачі в котельню
- ❖ Вищі витрати електричної енергії на відпущену теплову енергію
- ❖ Більша потреба в обслуговуючому персоналі котельних на біомасі.
- ❖ Вищі капітальні витрати порівняно з газовими котлами

Основні властивості твердої біомаси як палива, що впливають на її використання

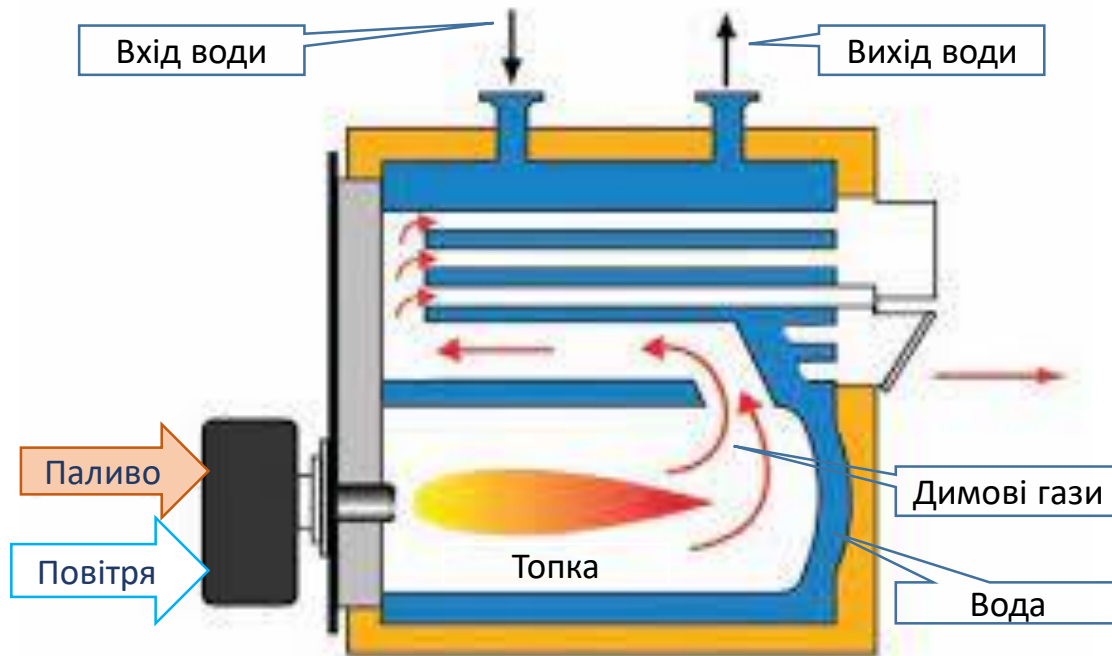
Переваги	Недоліки
Дрова	
Нижча ціна, достатня наявність в лісгоспах в більшості областей України (крім східних та південних)	Велика кількість фізичної праці для розпилювання, складування та подачі в котел, що вимагає наявності додаткового персоналу. Менша ефективність котельного обладнання (нижчий ККД). Обмеження по одиничній потужності котлів з боку законодавства з охорони праці.
Гранули деревини	
Достатня розповсюдженість, особливо в північних, центральних та західних областях України. Легкість використання, можливість механізації процесів навантаження-розвантаження, складування та подачі в котел. Низька вологість, стабільність паливних характеристик, наявність вимог стандартів та практики отримання сертифікатів якості. Можливість використання в усіх пелетних котлах та котлах для дрібного сухого палива	Найвища ціна з усіх видів паливної біомаси. Великий попит за кордоном, особливо на пелети найвищої якості, що зумовлює високу їх ціну і всередині країни. Цим же обумовлена і тенденція вивозу пелет найвищої якості на експорт.
Гранули з лушпиння соняшника	
Достатня розповсюдженість, особливо в центральних, східних та південних областях України. Інші якості практично такі ж, як і для деревних гранул. Порівняно з деревними гранулами- дещо менша ціна.	Більший вміст золи, порівняно з деревними гранулами. Наявність цього ресурсу залежить від обсягів вирощування та переробки соняшника, який в свою чергу залежить від можливостей експорту соняшникової олії.
Гранули з соломи зернових	
Найнижча ціна серед всіх видів гранул. Великий потенціал заготівлі сировини практично в усіх областях України	Попри розповсюдженість вихідної сировини, недостатні обсяги виробництва, точкова розповсюдженість на ринку. Нижчі паливні характеристики- вищий вміст золи та нижча температура її плавлення, що обумовлює необхідність використання котлів, пристосованих до такого палива.
Деревна тріска	
Достатньо низька ціна, можливість механізації розвантаження та подачі в котел.	Недостатня стабільність паливних характеристик внаслідок можливої високої вологості, можлива наявність занадто крупних чи мілких часток. Недостатня пропозиція на ринку.
Солома в тюках	
Достатньо низька ціна, великий потенціал заготівлі сировини практично в усіх областях України	Нижчі паливні характеристики- вищий вміст золи та нижча температура її плавлення, що обумовлює необхідність використання котлів, пристосованих до такого палива. Недостатня розповсюдженість, мала пропозиція на ринку.

Технології спалювання біомаси

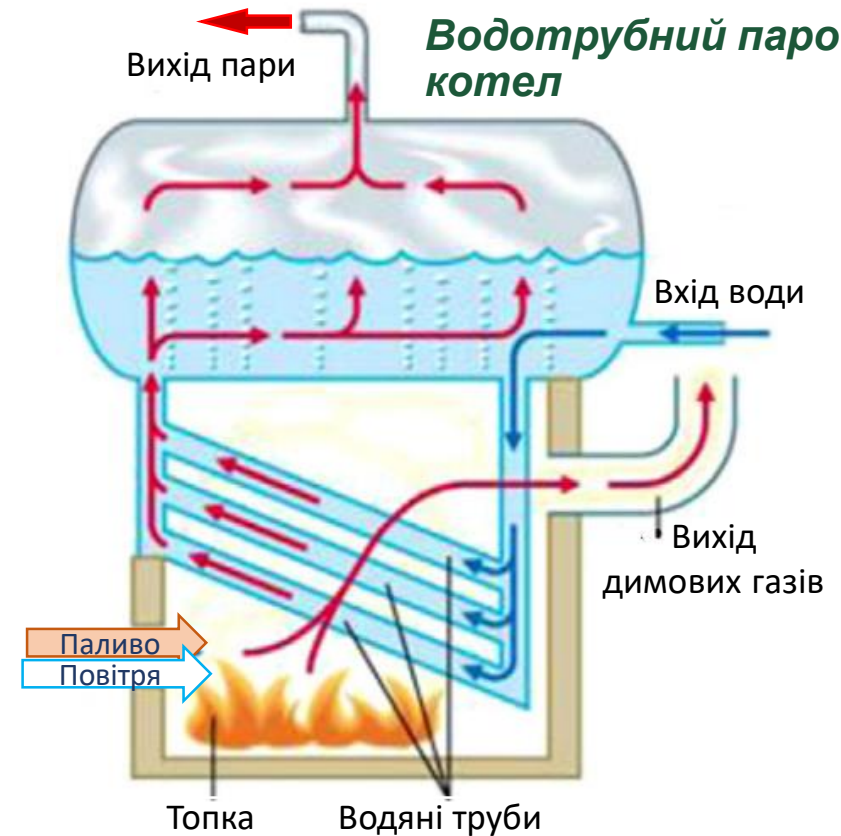


Основні типи котлів

Жаротрубний котел



Водотрубний паровий котел



- Жаротрубний котел - монолітна компактна конструкція з відносно невеликими габаритними розмірами.
- Легкий доступ до топки і жарових труб для очищення, заміни турбулізаторів.
- Досить низький гідравлічний опір, внаслідок чого немає необхідності застосовувати потужні циркуляційні насоси.
- Аеродинамічний опір вищий, ніж у водотрубних котлів
- Високі вимоги (порівняно з котлами водотрубної конструкції) до якості котлової води (якісніша водопідготовка)
- Дуже мала швидкість теплоносія в жаротрубних котлах - пристінне кипіння та утворення відкладень, що діють як теплоізоляція і значно ускладнюють передачу тепла від металу до води, створюючи локальні перегріву.

Індивідуальне теплопостачання

Основні потреби: опалення приміщень, приготування гарячої води, приготування їжі.

Технології та обладнання: опалювальні печі, каміни, варочні плити, котли.

Паливо: дрова, брикети, пелети, тюкована солома.

Основні характеристики	Типи обладнання			
	печі	каміни	варочні плити	котли
Теплова потужність (переважно), кВт	до 200 кВт			
Тип спалювання	шарове на колосниках	шарове на колосниках	шарове на колосниках	шарове на колосниках (дрова, брикети, частково-пелети); ретортне (пелети)
Паливо	дрова, брикети; тюкована солома (обмежено в певних регіонах)	дрова, брикети, пелети (деревні)	дрова	дрова, брикети, пелети
Теплоносій, спосіб передачі тепла	передача тепла від стінки печі до повітря в приміщенні (конвекція) та навколишніх предметів (радіаційна теплопередача)		радіаційна та конвекційна теплопередача від продуктів згоряння	нагрівання води, що циркулює через котел, з подальшим її охолодженням в опалювальних приладах радіатори опалення), що нагрівають повітря в приміщенні
Особливості використання	періодичне завантаження палива, ручне керування режимами, опалення однієї-двох суміжних кімнат; природня подача повітря в топку за рахунок самотяги		можуть бути суміщені з опалювальною піччю	періодичне (дрова, брикети) або безперервне (пелети) завантаження палива, автоматизація керування режимами, можливість опалення всього будинку одним котлом

Обладнання для енергетичного використання біомаси в індивідуальному теплопостачанні



традиційна піч



сучасна опалювально-варочна піч



камін на дровах



піч типу «Булер'ян»



варочна піч

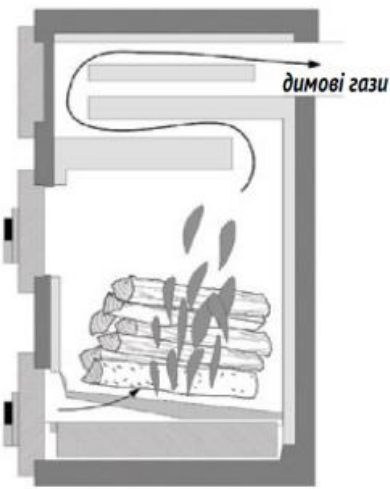
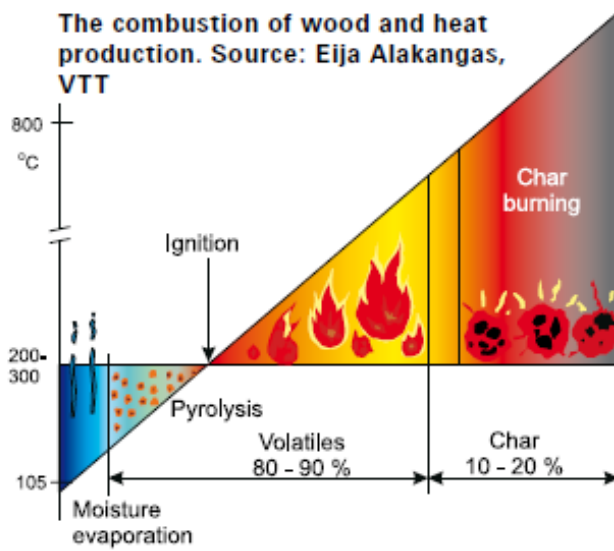


пелетний камін з водяним контуром

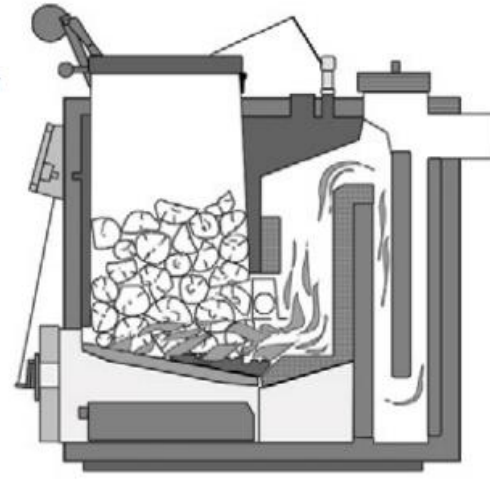


пелетний котел

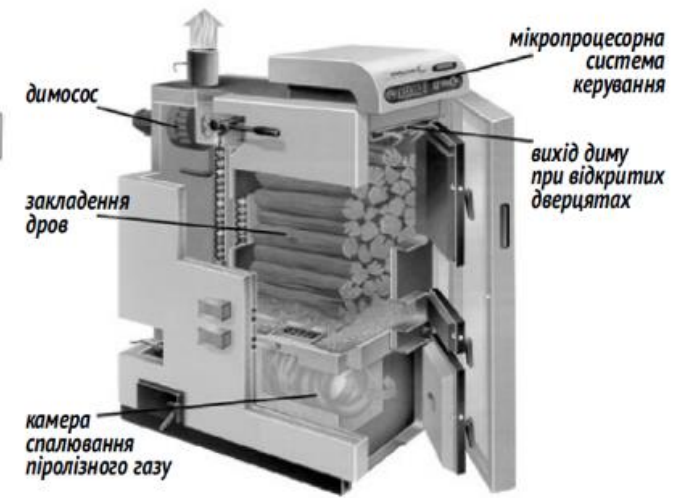
Етапи горіння біомаси та конструкції котлів на дровах



а) верхнього горіння

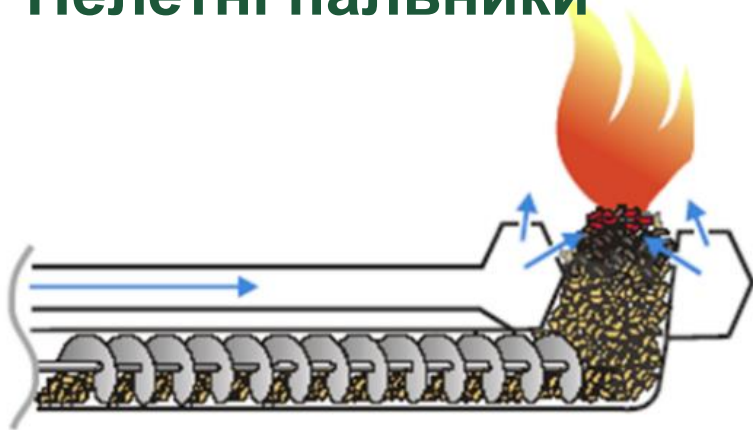


б) нижнього горіння



в) оберненого горіння

Пелетні пальники



нижня подача (ретортний пальник)

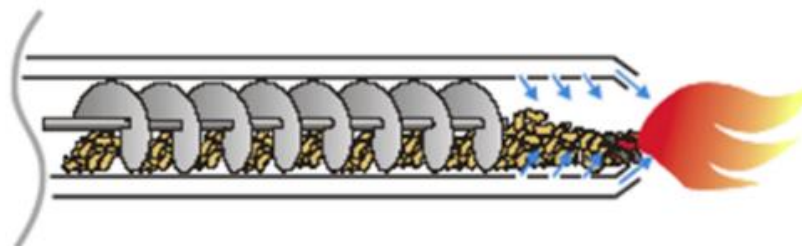


ретортний пальник

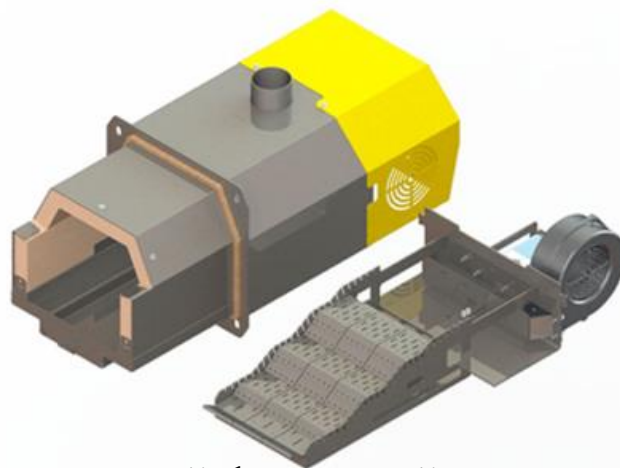


котел з ретортним пальником

Пелетні пальники



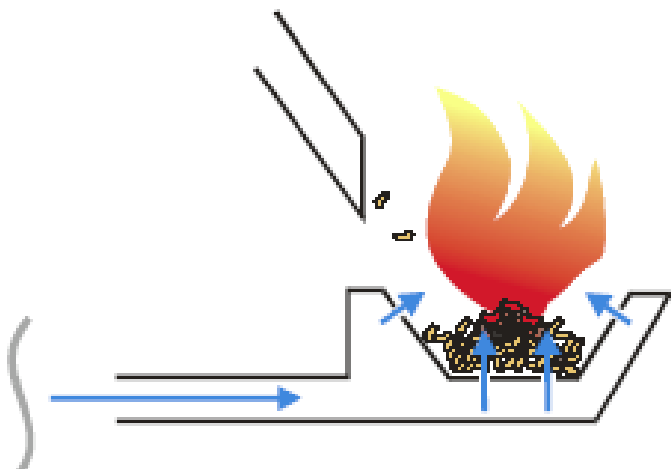
подача пелет у факельному пальнику



пелетний факельний пальник



котел з факельним пальником



«камінний» пелетний пальник (верхня подача пелет)

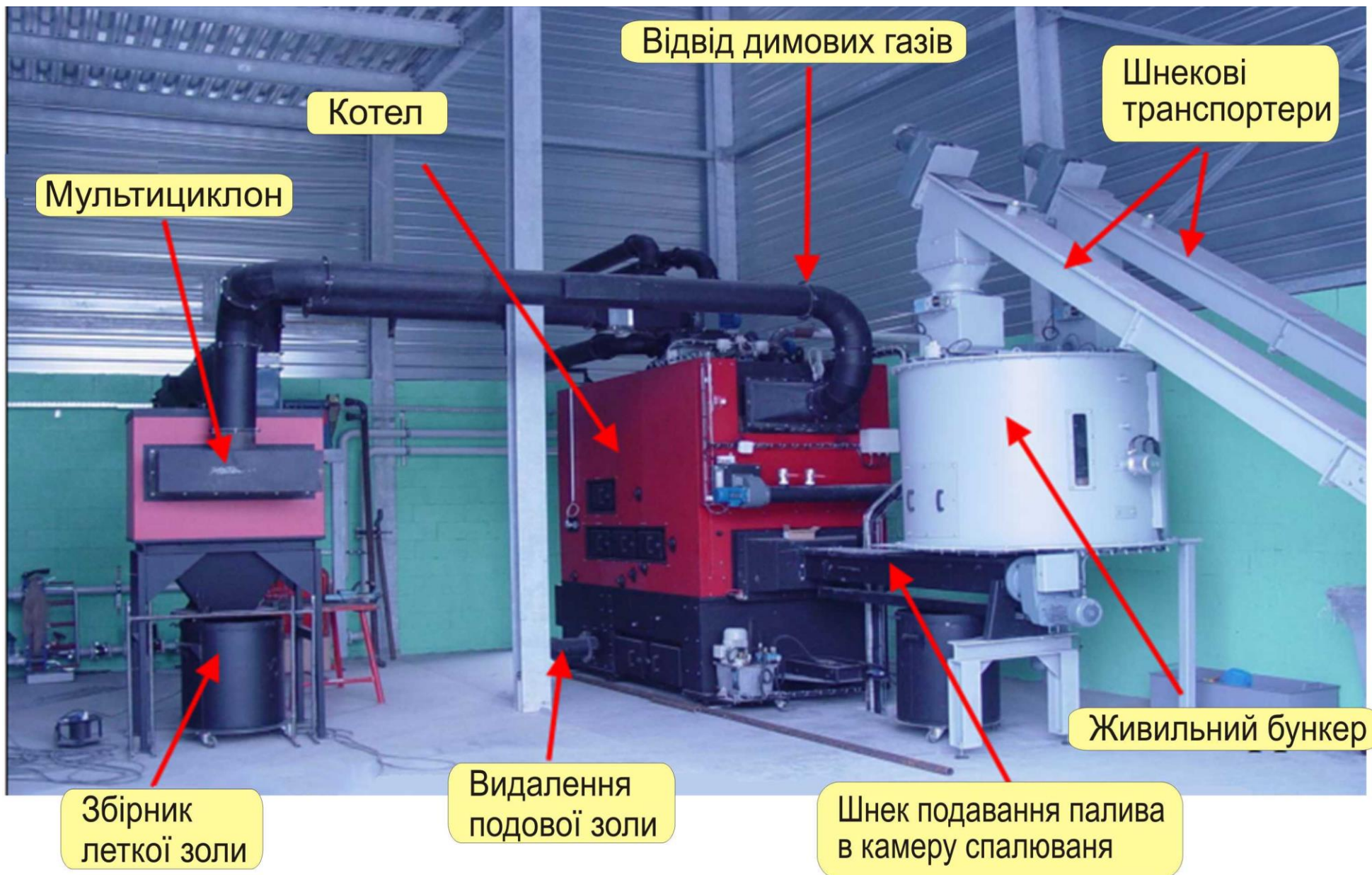


котел з «камінним» пелетним пальником

Основні характеристики обладнання для енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні

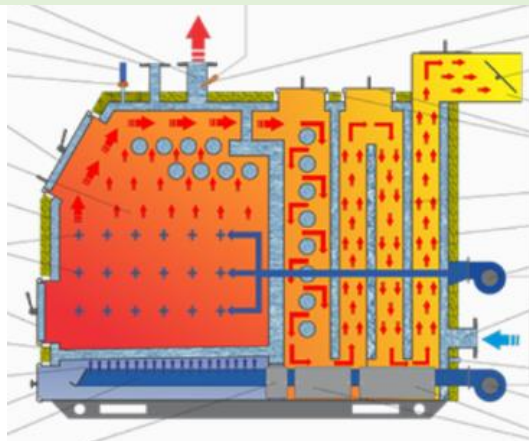
Основні характеристики	Опалювальні котельні	
	Основне обладнання	
	котли водогрійні	котли парові
Теплова чи електрична потужність (переважно), МВт	0,2 ≤	1,0 ≤
Тип спалювання	<p><u>Періодичне завантаження:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> шарове на нерухомих колосниках (дрова, брикети, до 3,15 МВт) тюки соломи (до 2 МВт) <p><u>Механізоване завантаження, безперервне спалювання:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> шарове на рухомих колосниках (тріска, від 0,4 МВт) шарове за допомогою подових (ретортних) пальників (тріска, тирса, пелети) пелетні котли з факельними чи ретортними пальниками котли на подрібненій соломі 	<ul style="list-style-type: none"> шарове на рухомих колосниках (тріска) вихрове (циклонні передтопки для сипкого палива)
Паливо	дрова, тріска, тирса, пелети, брикети, тюкована солома, тощо	дрова, тріска, тирса, пелети, тощо
Теплоносій, спосіб передачі тепла	вода	вода, рідше пара
Параметри теплоносія, (температура, тиск - переважно)	t до 115 °C p до 6 бар	t до 150 °C p до 16 бар

Котельні на біомасі в централізованому теплопостачанні



Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні

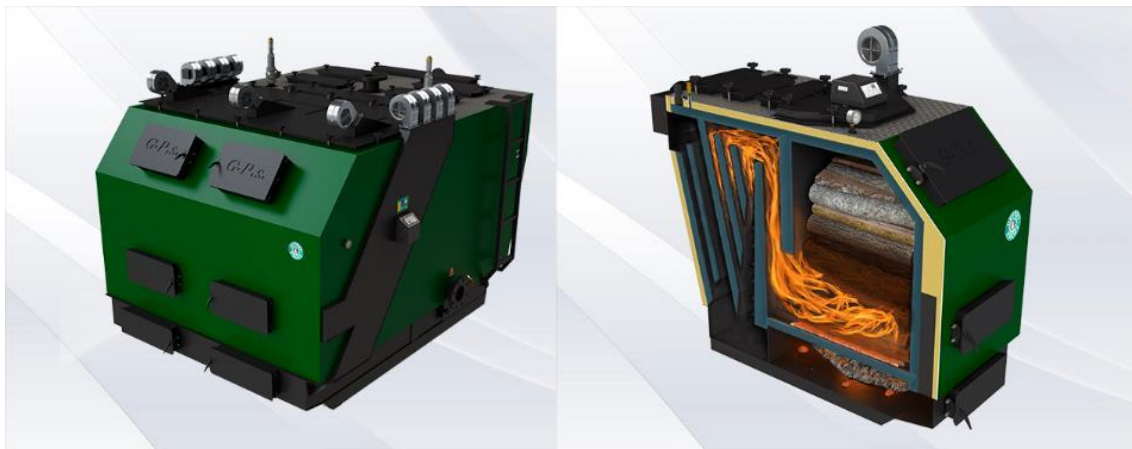
Водогрійні котли на кусковому паливі потужністю до 3,15 МВт



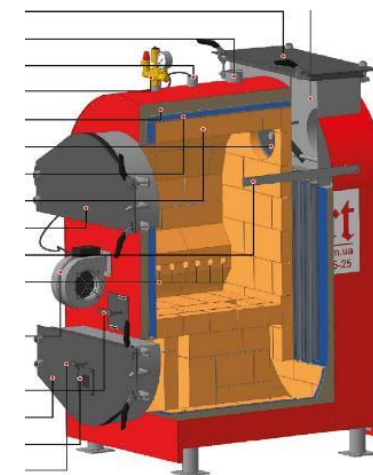
водогрійний котел РЕТРА-3М, теплова потужність до 1,15 МВт



Котельня на дровах в м. Ірпінь (реконструкція існуючої котельні)



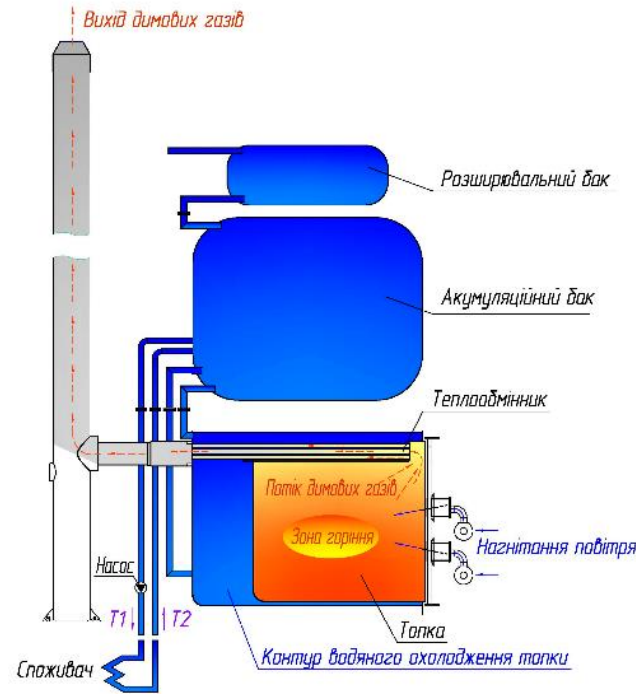
водогрійний котел Gefest-Profi S, піролізного типу, теплова потужність до 1,5МВт



водогрійний котел Ziehbart, піролізного типу, теплова потужність до 3,15 МВт

Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні

Водогрійні котли на тюкованій соломі



Водогрійний котел на тюкованій соломі від компанії ЮТЕМ, теплова потужність до 0,86 МВт

Модульні пелетні котельні

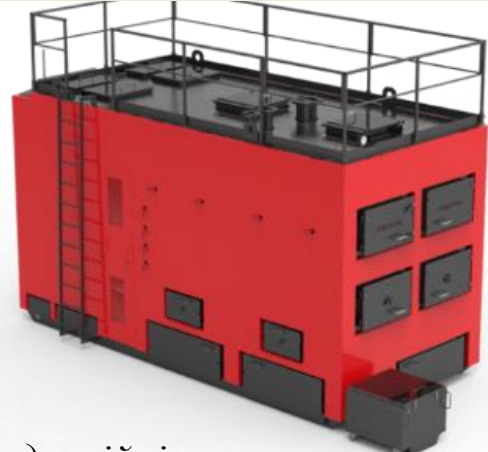
Модульна котельня компанії PPEngieniring



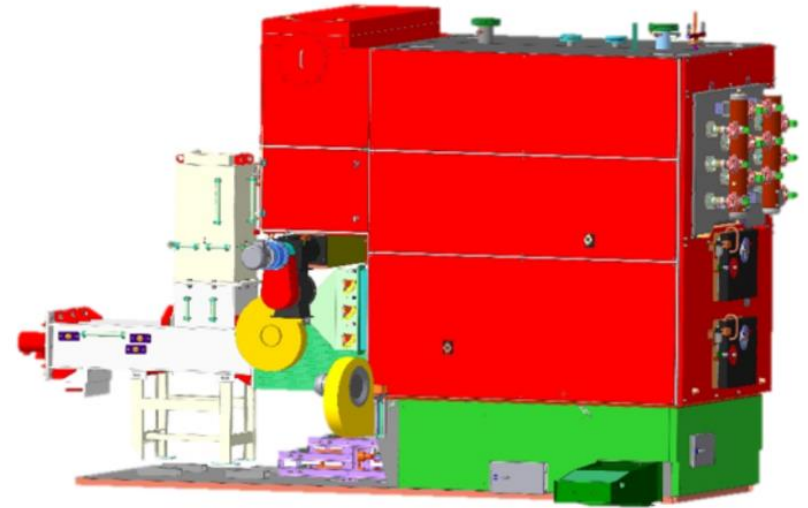
Компонування модульної котельні

Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні

Водогрійні котли з автоматизованою подачею палива



Водогрійні котли на пелетах «РЕТРА-4М» потужністю до 3 МВт з самоочисним пальником совкового типу



Котли перегрітої води компанії Kriger (Україна), тиск води до 16 бар, температура близько 160 °С

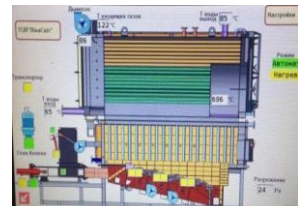


Водогрійні котли на пелетах Gefest-Profi потужністю до 2 МВт з пальником, обладнаним чавунними рухомими колосниками

Водогрійні котли ТОВ «Ліка-Світ» з похило-перештовхувальними колосниками



Топка з ручними колосниковими ґратами



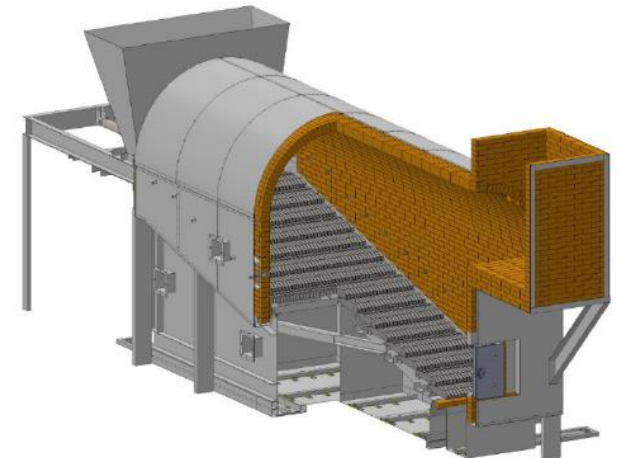
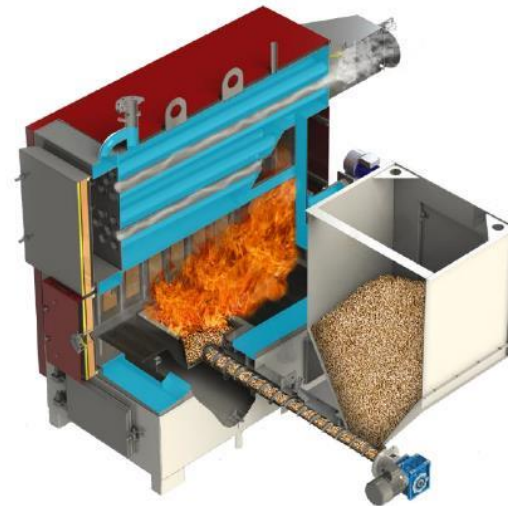
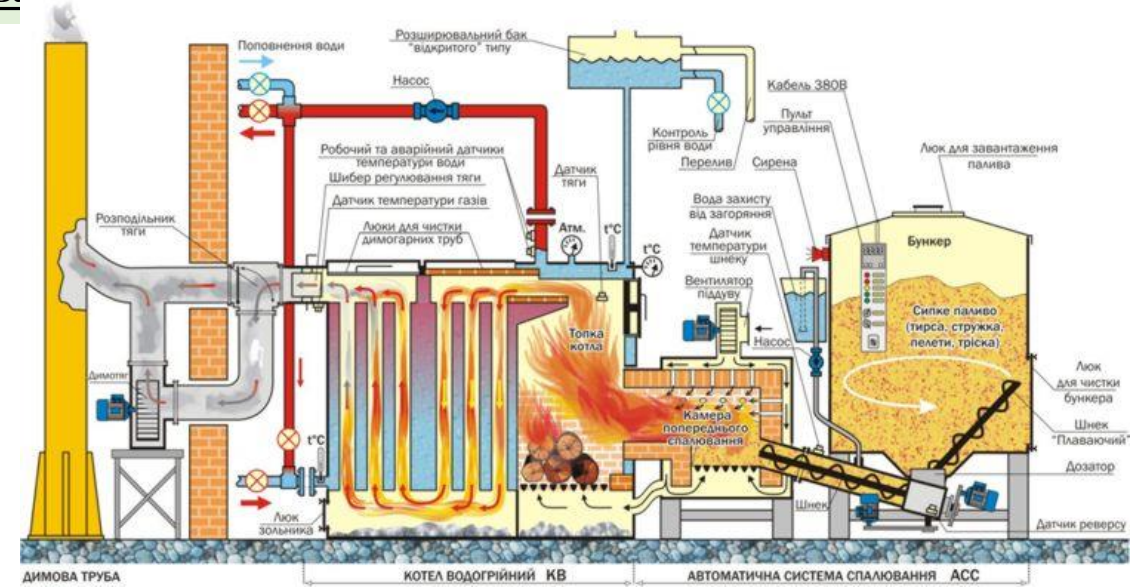
Загальний вигляд котла

Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні

Водогрійні котли з автоматизованою подачею палива



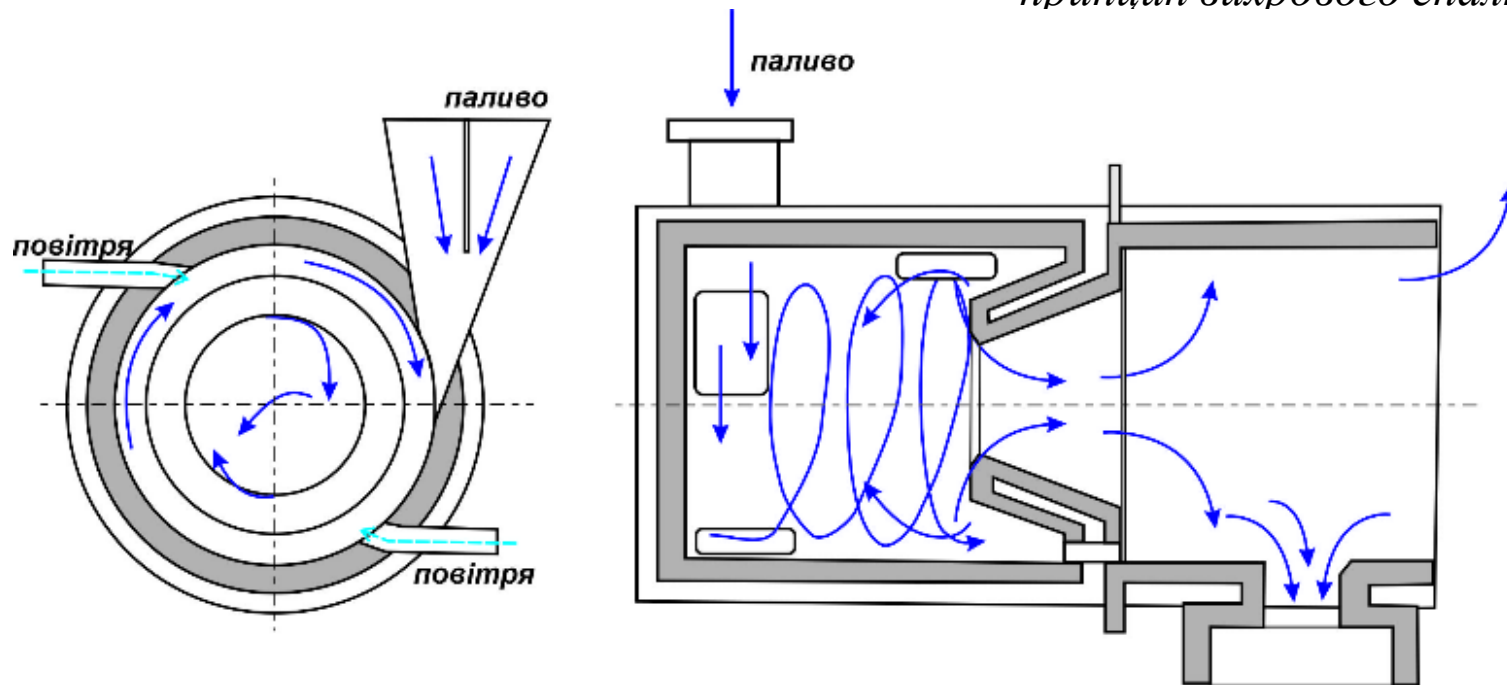
Комплекси «Ройек-Львів» потужністю до 2 МВт



Водогрійні жаротрубні та водотрубні котли Ardens ТМ, ТОВ «Навімас», потужність до 12 МВт

Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні та промисловості

принцип вихрового спалювання



циклонний пальник «Синергія»



СИНЕРГІЯ

Типи котлів на біомасі, що використовуються в централізованому теплопостачанні, сільському господарстві та промисловості

Водогрійні котли з автоматизованою подачею палива для роботи на тюках соломи



Водогрійні котли на тюкованій соломі Linka Energy потужністю до 5 МВт з попереднім подрібненням палива



Водогрійні котли на тюкованій соломі TTS Vesko-S потужністю до 5 МВт

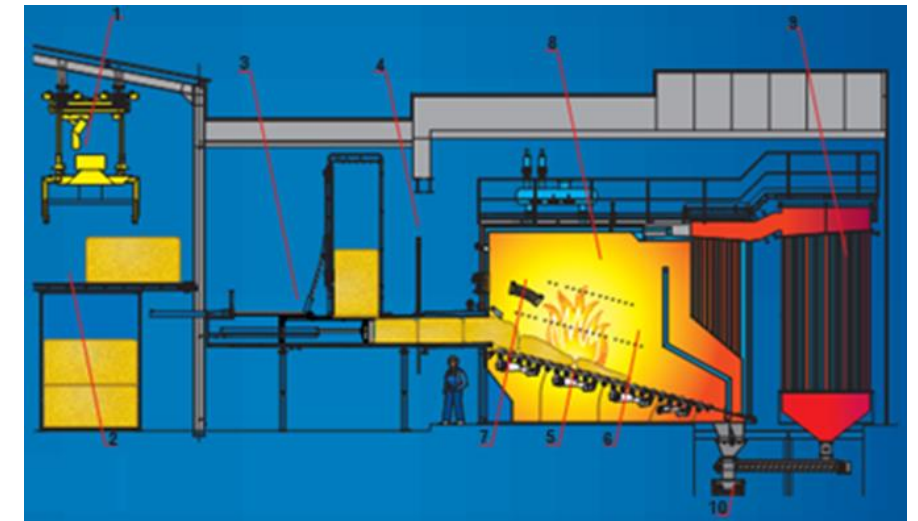
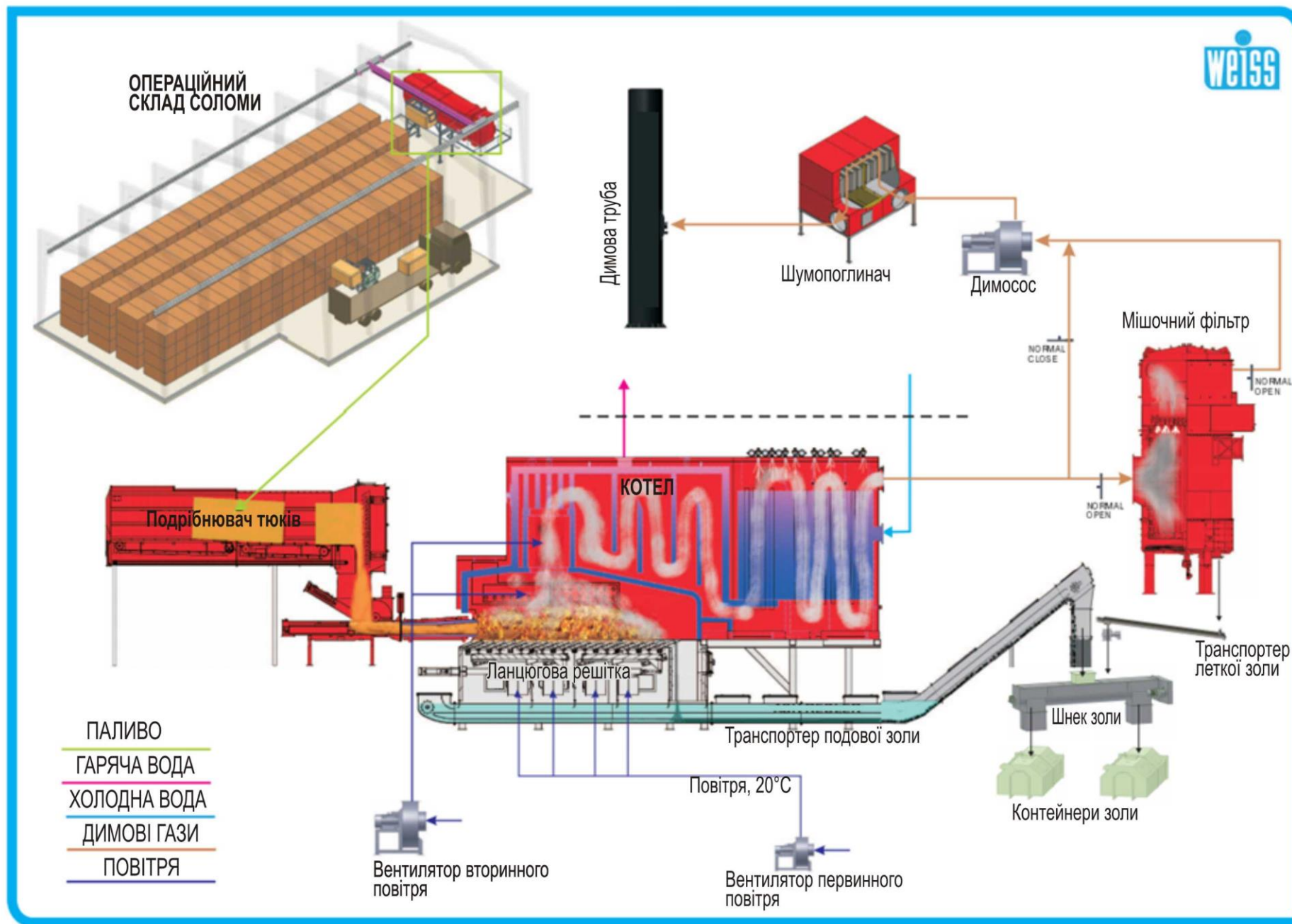
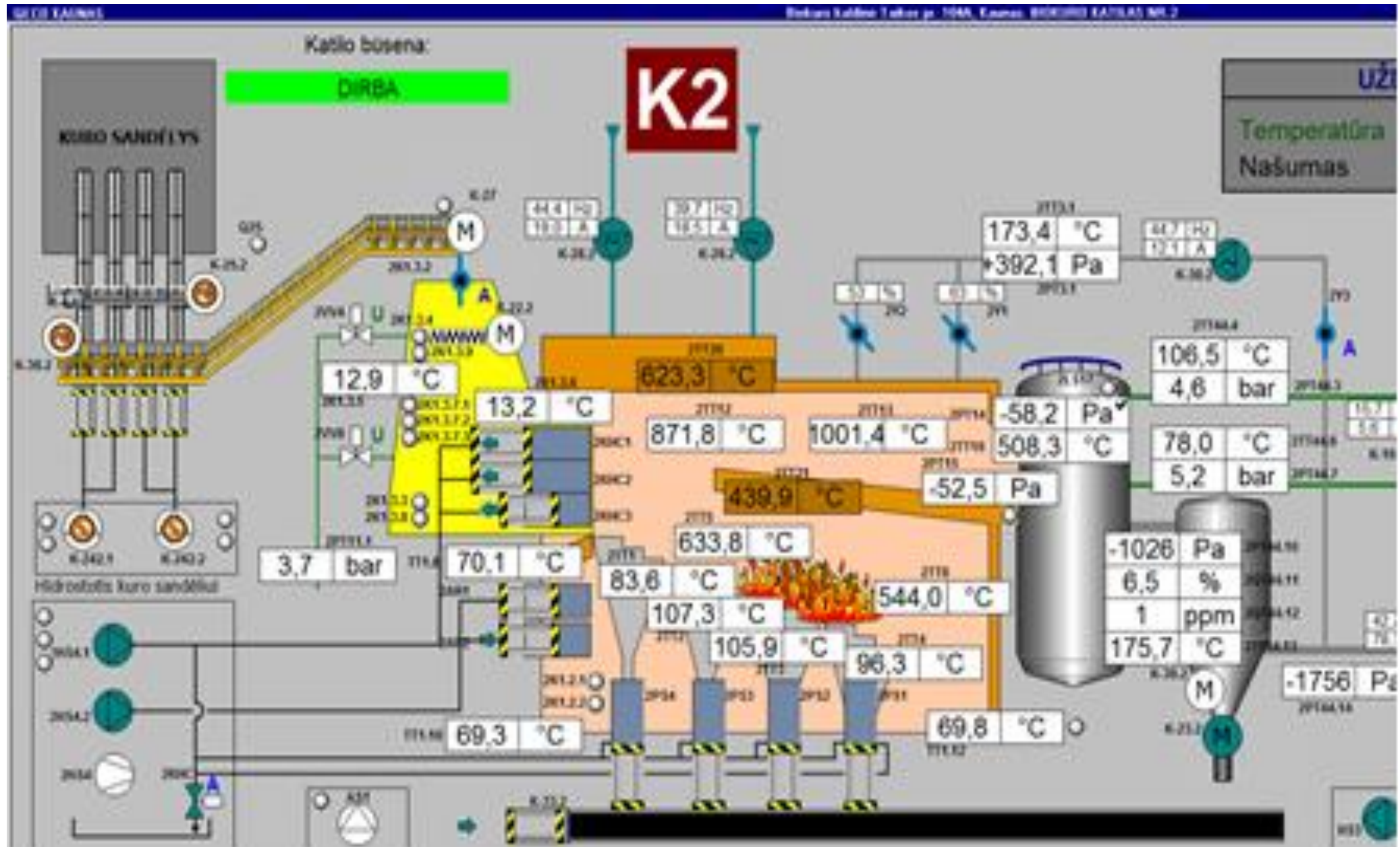


Схема водогрійної котельні на тюкованій соломі з котлами Weiss



Візуалізація процесів в котельні



Промисловий сектор та сільське господарство



генератор гарячого повітря Enerstena, 300-1500 кВт

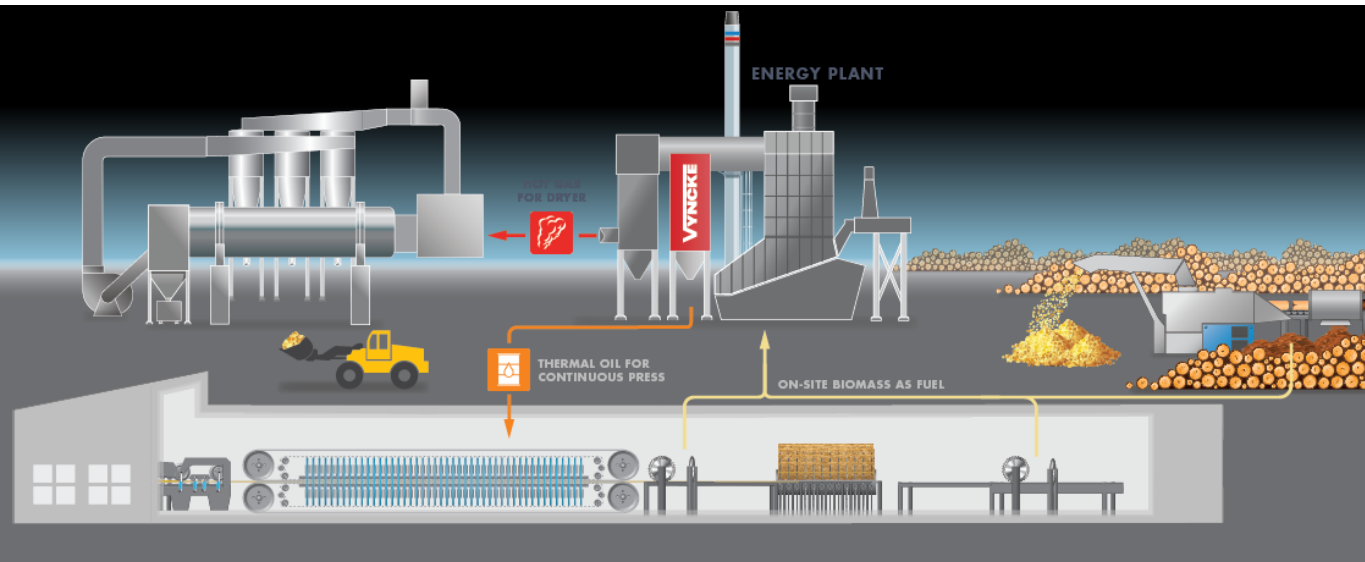
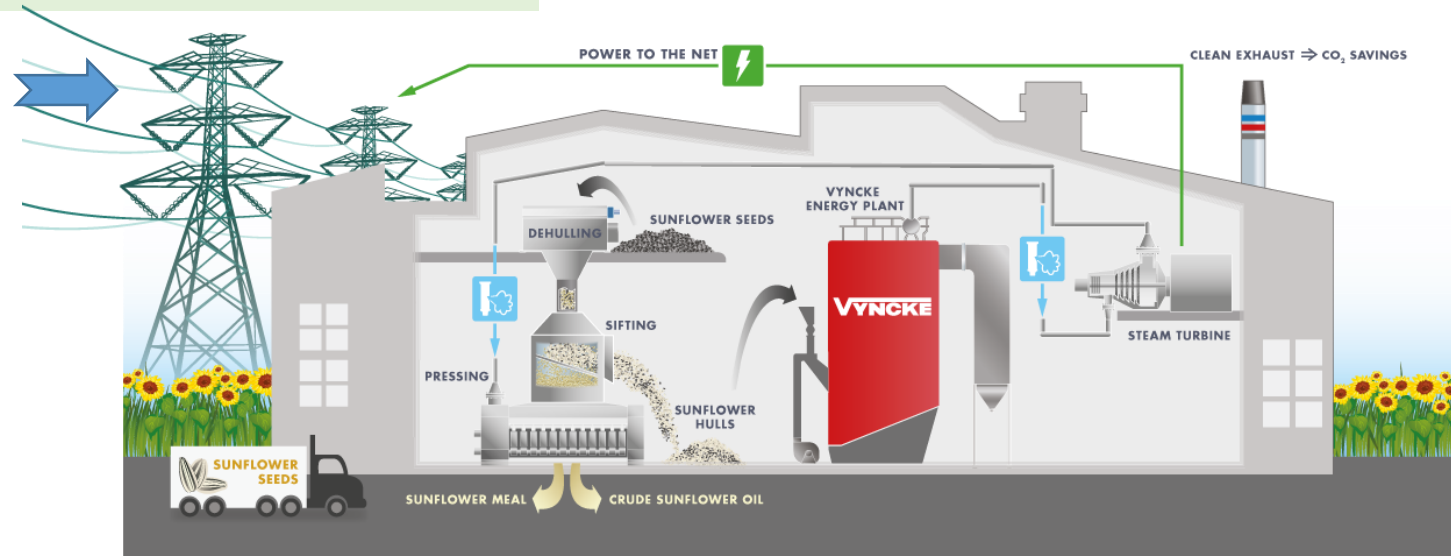
повітряне опалення



Типи котлів на біомасі, що використовуються в промисловості

Парові котли на біомасі (на прикладі котлів Vyncke, Бельгія)

На підприємствах з виробництва соняшникової олії парові котли працюють на лущинні соняшника, виробляючи перегріту або насичену пару. У першому випадку пара йде на паровий турбогенератор для виробництва електроенергії. У другому-пара йде на технологічні потреби виробництва.



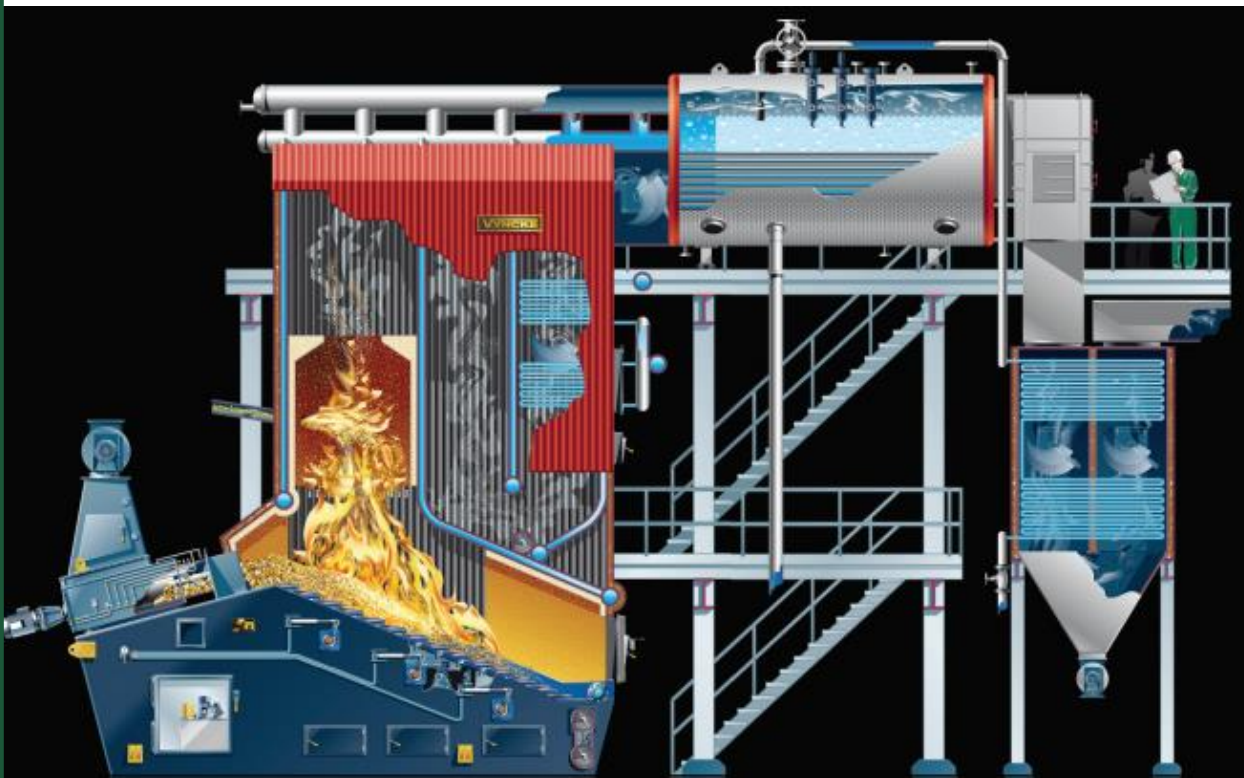
На підприємствах з виробництва деревних плит, фанери, котли виробляють насичену пару або високотемпературну оливу, що йде на технологічні потреби. Паливом служить деревна тріска, некондиційна деревина. Також котли можуть виробляти теплоносій для сушарок.

Типи котлів на біомасі, що використовуються в промисловості

Парові котли на біомасі (на прикладі котлів Vynske, Бельгія)

Переваги використання водяного охолодження перед повітряним полягають у вищій питомій теплоємності води та кращій теплопровідності. Це дозволяє воді передавати тепло з меншою різницею температур. Дверцята для подачі палива, поверхня східчастої решітки, стінки печі та конвеєрна система знезолування є механічними частинами, які піддаються впливу температури 1000°C. Всі вони мають систему водяного охолодження.

Енергія, яку поглинає система охолодження східчастої решітки повертається або в основний циклі пара/гаряча вода, або для попереднього нагріву повітря для горіння.



Колосникова решітка з водяним охолодженням

Планування постачання паливної біомаси

Контроль кількості і якості паливної біомаси – в ДОГОВОРІ зафіксувати вимоги до якісних показників (вологість, зольність, температура плавлення золи, походження палива, розміри часток палива, фракційний склад, тощо), відповідно до вимог виробників котельного обладнання до якості палива

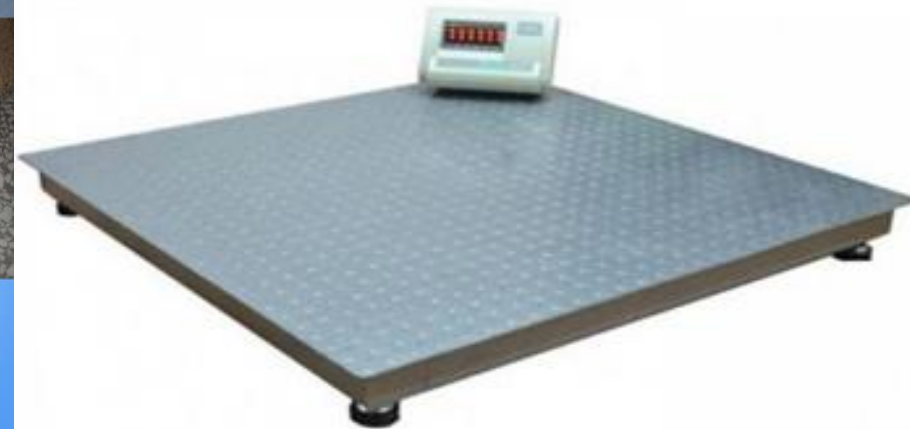
автовагова



*Портативний вологомір
Walcom TK-100W*



Платформені ваги типу ВПД-Л1010



Системи складування та подачі палива

доставка біг-бегів з пелетами



силос для пелет



склад пелет типу СТ-20



критий склад для біг-бегів з пелетами

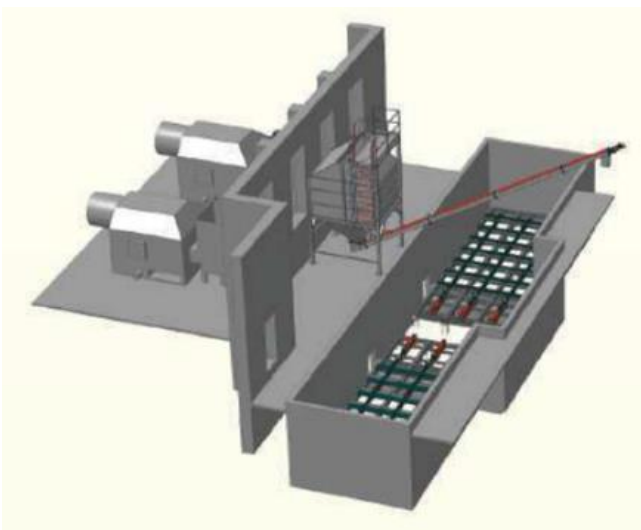


вбудований склад пелет



Системи складування та подачі палива

заглиблений склад тріски



надземний склад тріски



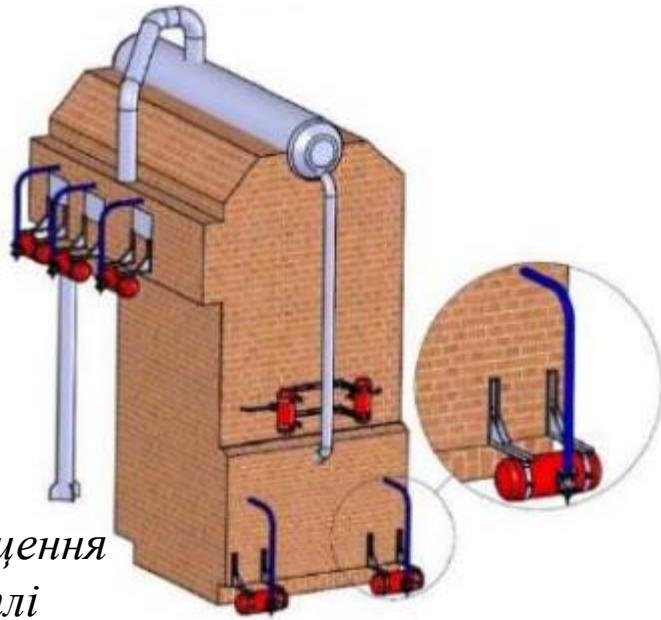
елементи будови складу тріски



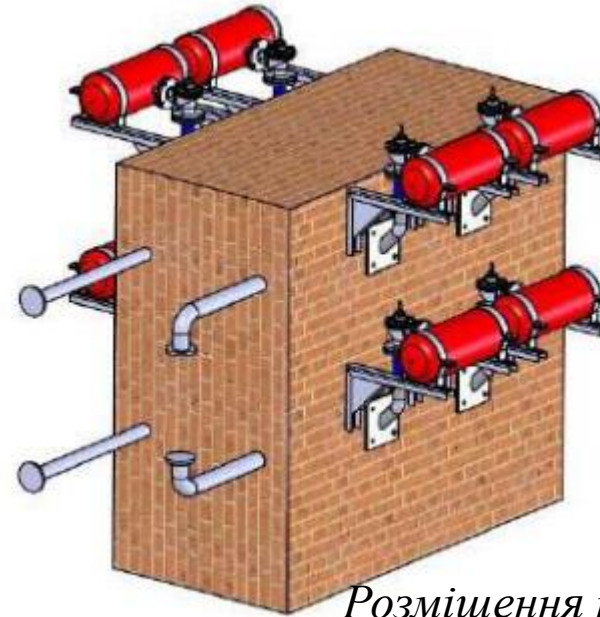
Бункер тріски або пелет біля котла

Очищення теплообмінних поверхонь котла від відкладень

Система ПІУ ЕКСЕН™ від компанії WIELAND VACSYSTEMS UKRAINE

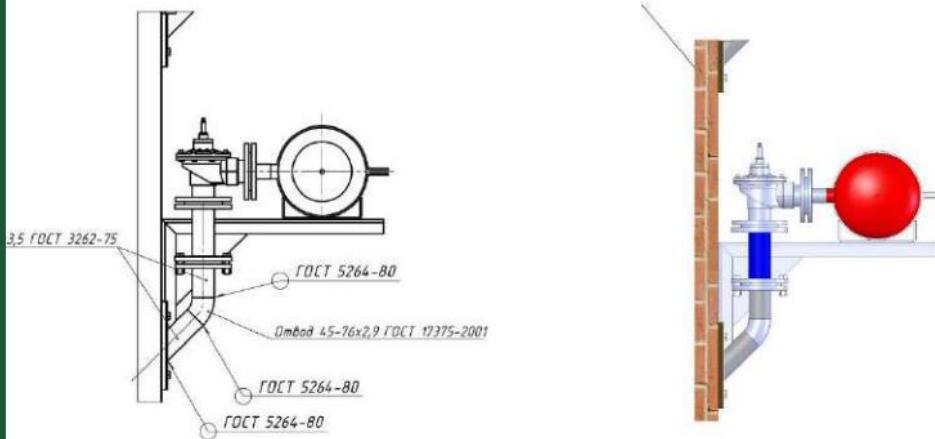
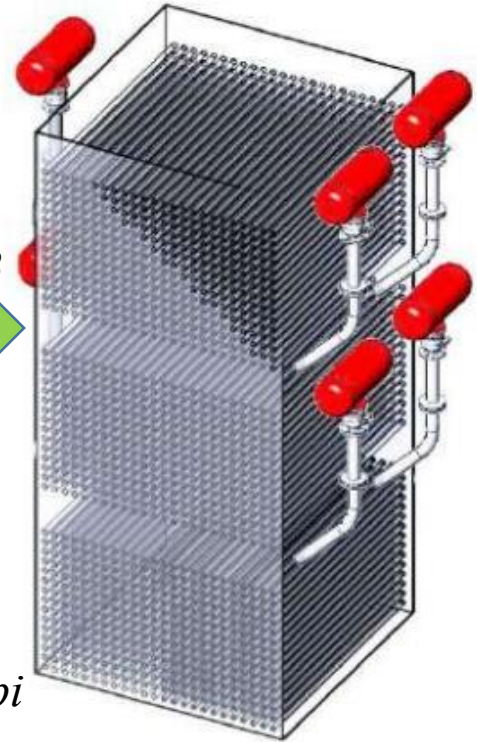


Розміщення на котлі



Розміщення на економайзері

Розміщення на котлі Е-12-14-250ДВ

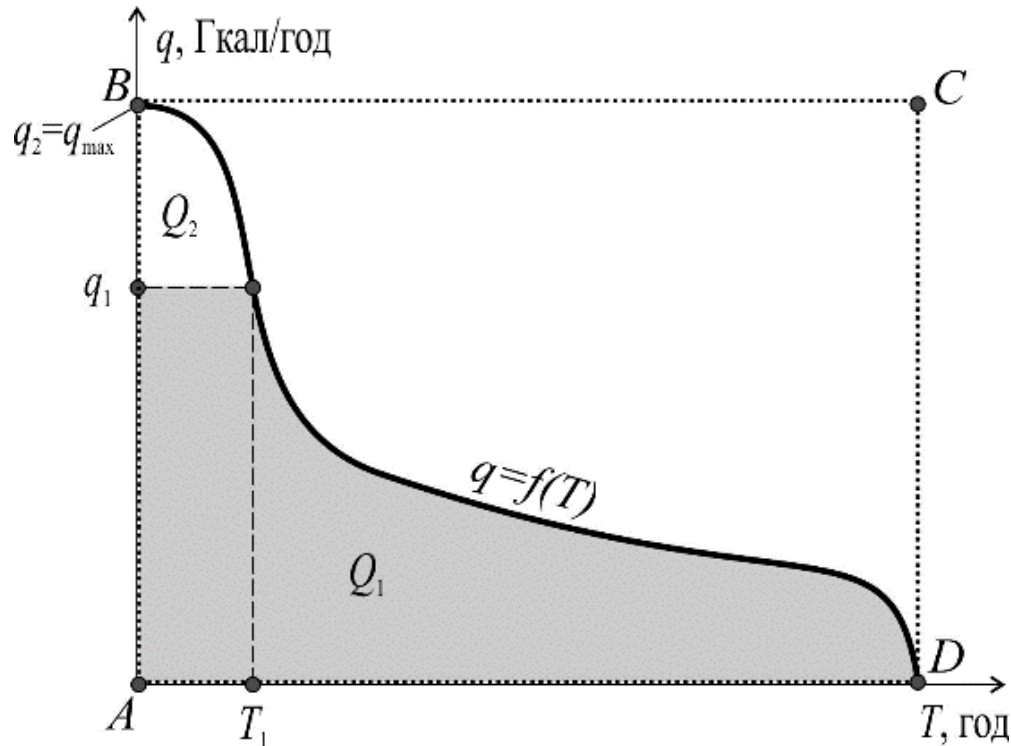


Як джерело стисненого повітря служить накопичувальний ресивер

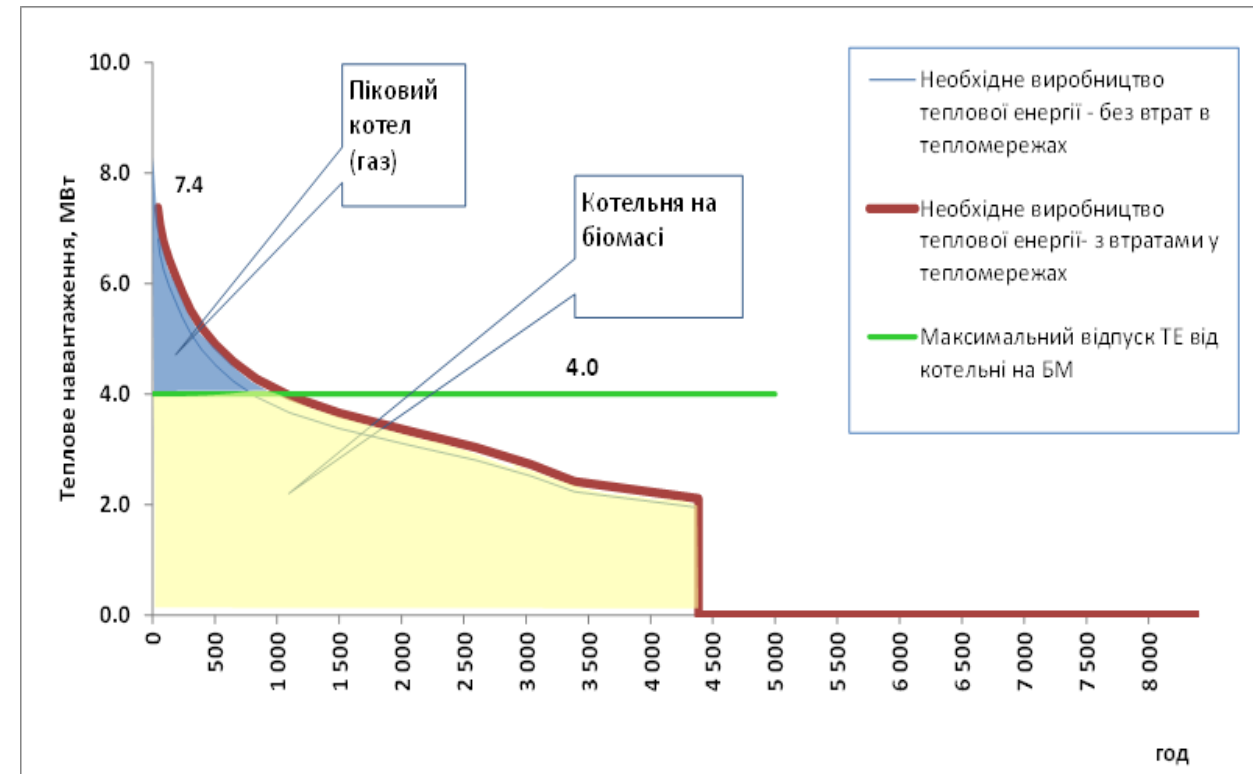
Особливості застосування котлів на біомасі в централізованому теплопостачанні

- ❖ нерівномірність навантажень протягом року;
- ❖ залежність від температури зовнішнього повітря.

графік Росандера, або графік тривалості теплового навантаження



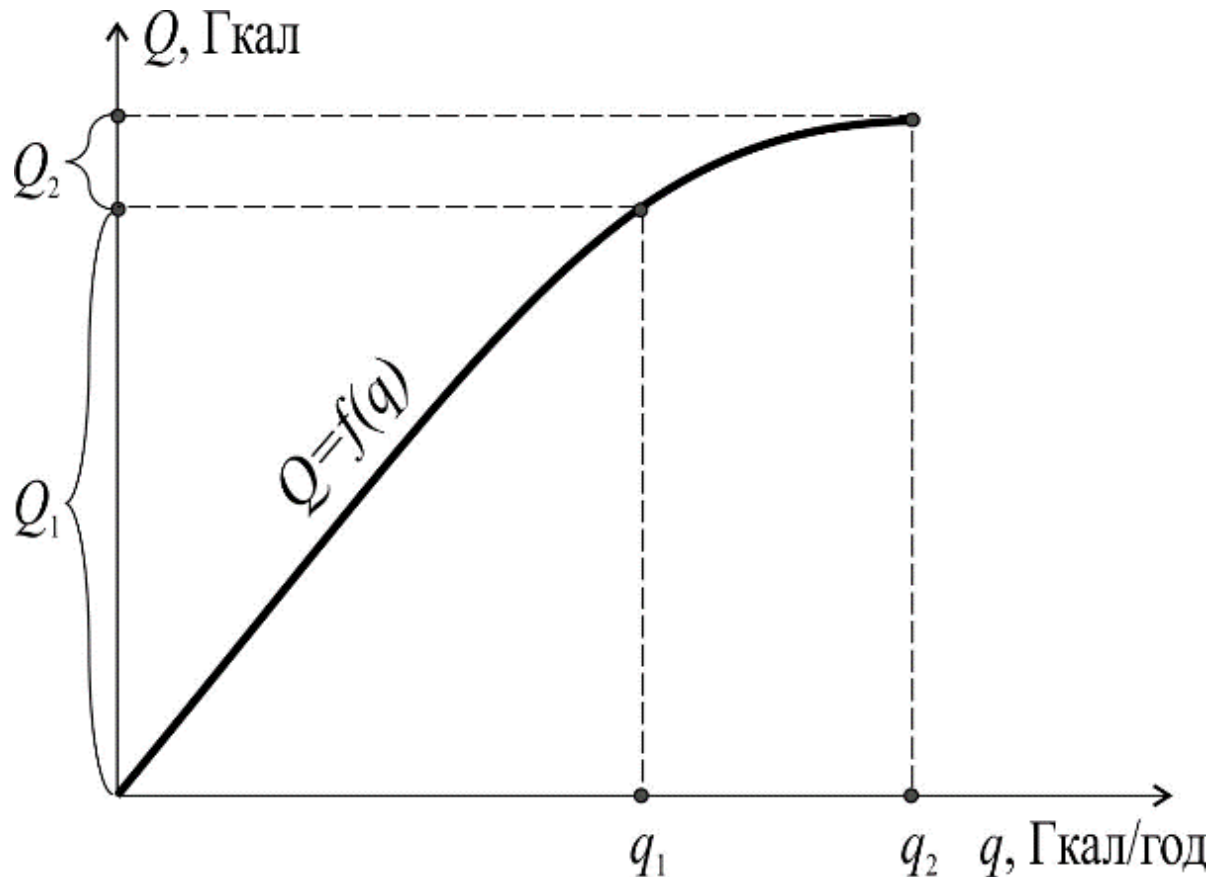
приклад розподілу навантажень між котлами на біомасі та газовими (піковими) котлами



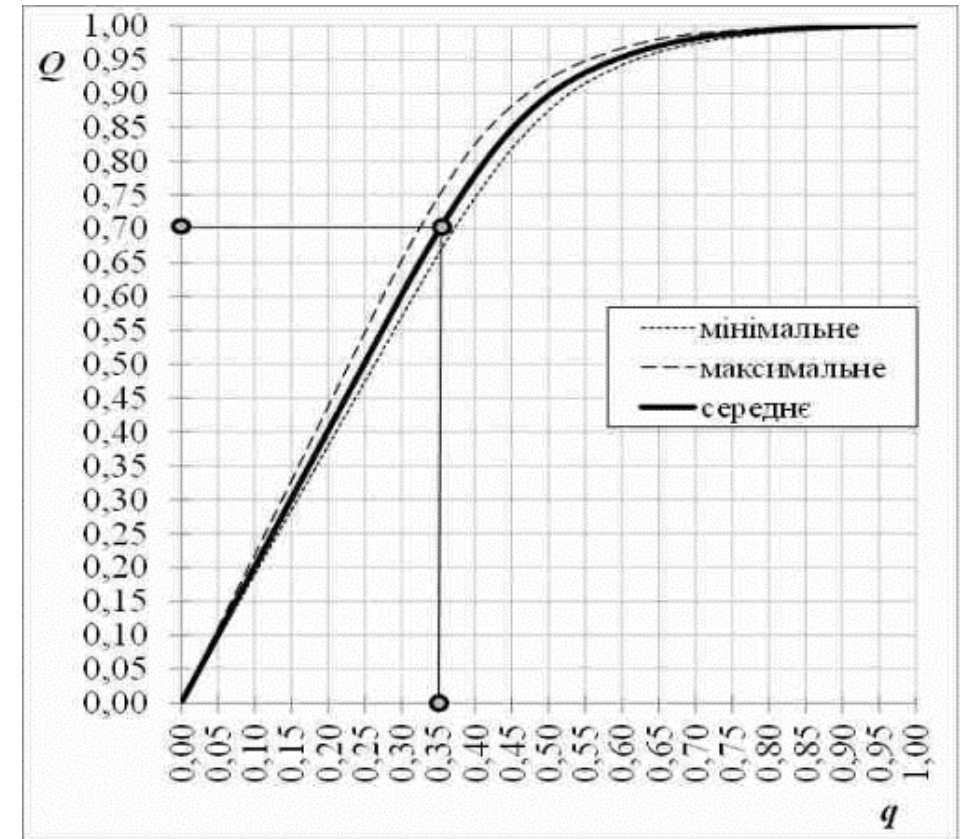
Особливості застосування котлів на біомасі в централізованому теплопостачанні

Оптимальні значення відношення встановленої потужності котла на біомасі (базове навантаження) до максимально необхідного навантаження становить від 0,4 до 0,7, в залежності від співвідношень цін палив та капітальних витрат на встановлення котлів.

інтегральна крива $Q=f(q)$

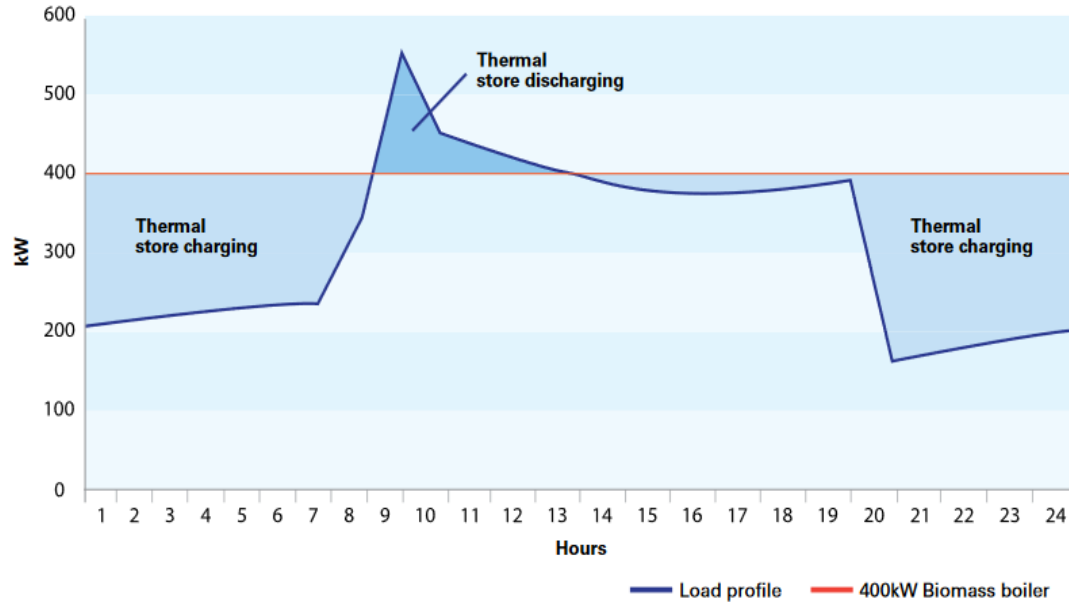


приклад визначення «внеску» по виробництву тепла котлом, що несе базове навантаження

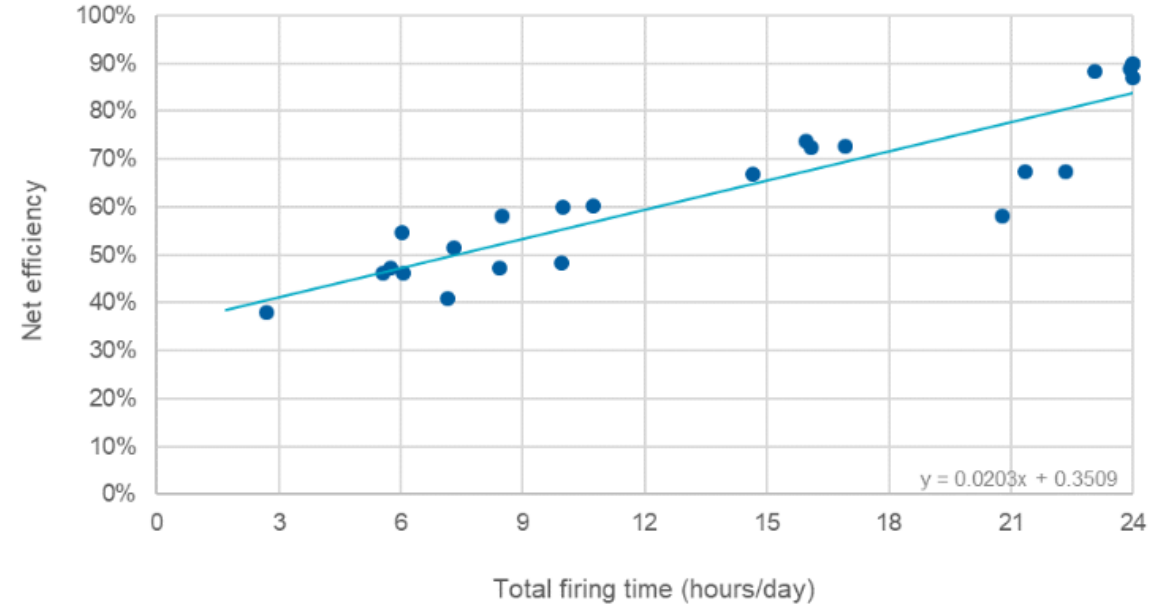


Теплові акумулятори як засіб згладжування нерівномірності теплових навантажень при застосуванні котлів на біомасі

використання котла на біомасі з тепловим акумулятором



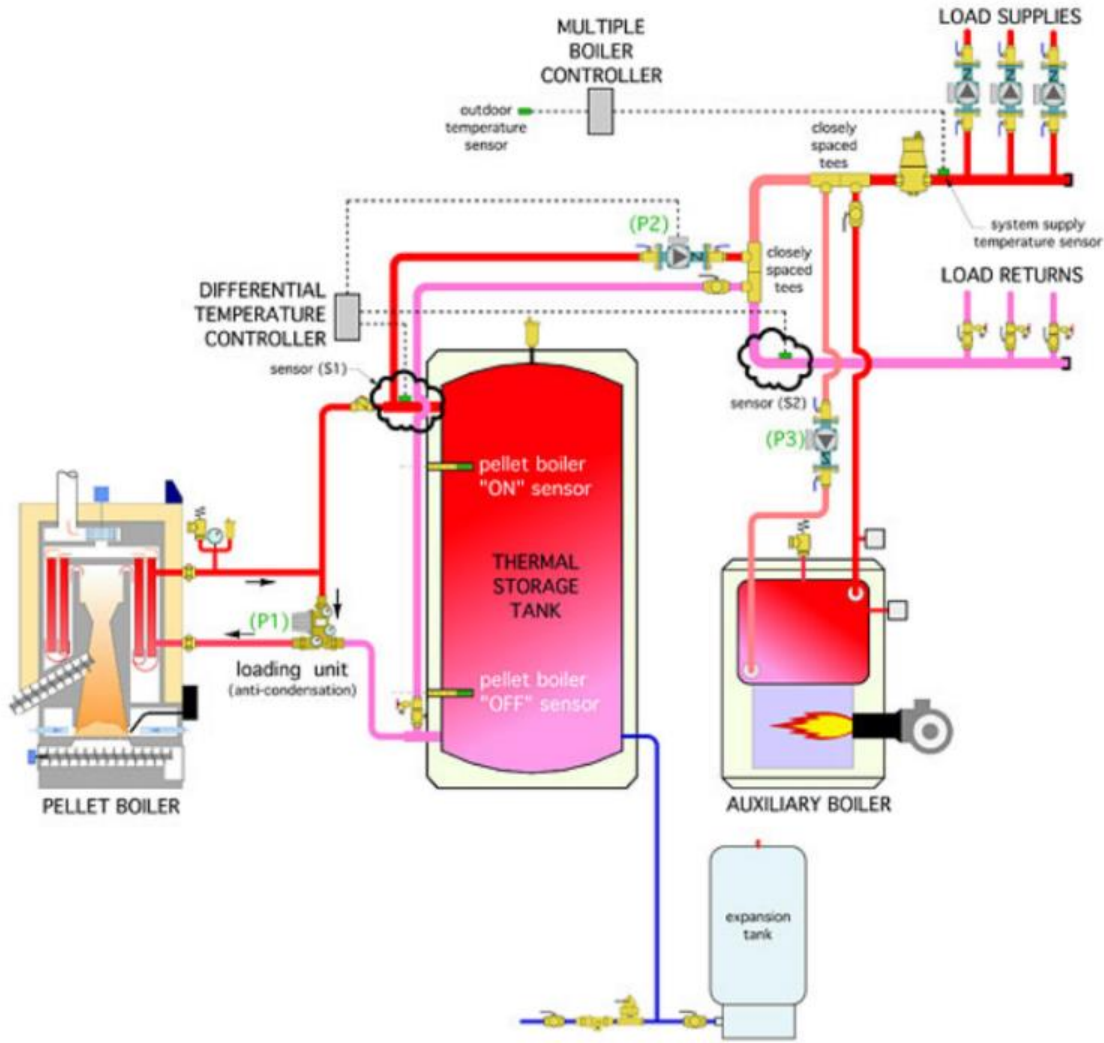
залежність ефективності котла на біомасі від тривалості використання протягом доби



Котли на біомасі не можуть швидко реагувати на зміни теплових навантажень споживачів, на відміну від газових котлів. Вони працюють набагато ефективніше, якщо стабільна безперервна робота триває якомога довший час. Постійна зміна теплового навантаження котла на біомасі може вплинути на його ефективність. Котли на біомасі працюють ефективніше як технологія забезпечення базового навантаження (опалення, гарячого водопостачання) системи опалення. Зазвичай найкращою практикою є використання котла на біомасі як частини системи, що поєднує великий запас тепла (по суті, ємність з гарячою водою, що служить тепловим акумулятором та допомагає згладжувати піки і провали теплових навантажень) та котла на газовому паливі, щоб забезпечити додаткову теплоту, необхідну в пікові періоди попиту.

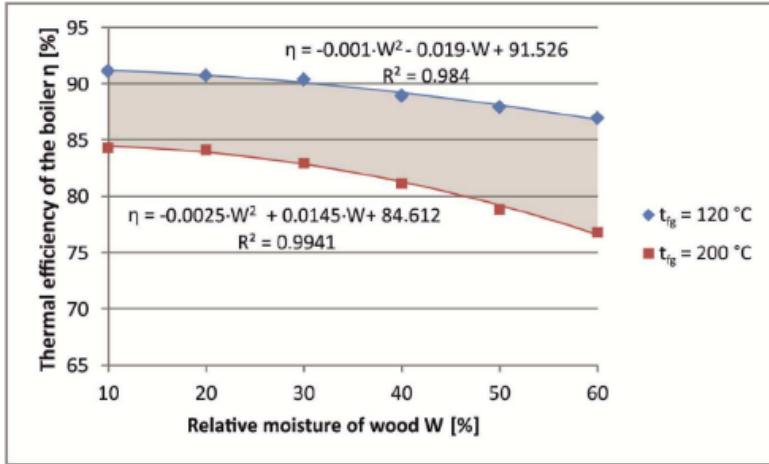
Теплові акумулятори як засіб згладжування нерівномірності теплових навантажень при застосуванні котлів на біомасі

Схема котельні з тепловим акумулятором та піковим газовим котлом



Особливості спалювання вологого палива

вплив вологості деревного палива на ККД котла



вплив вологості деревного палива на потужність та ККД для котлів КОЛВІ



Рис.1. График падения мощности.

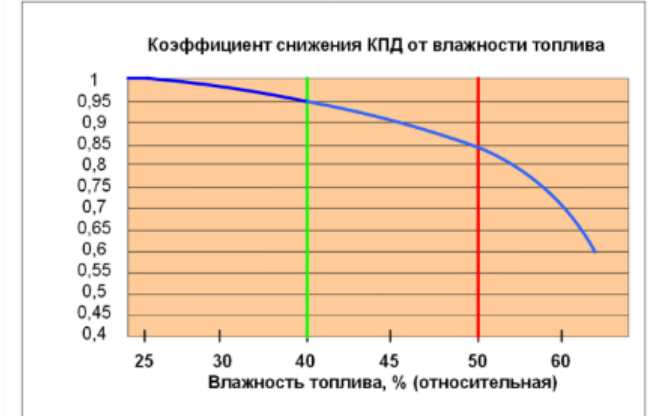
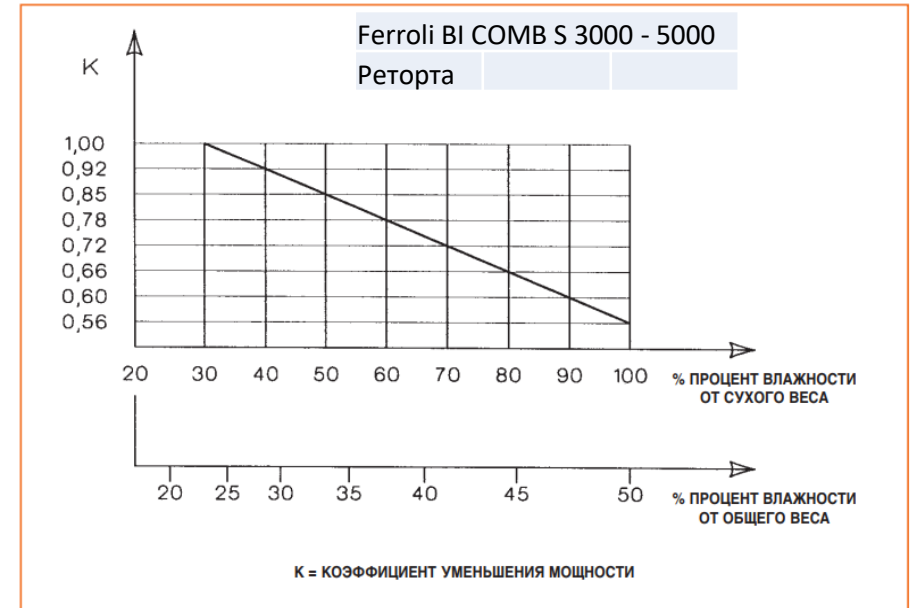
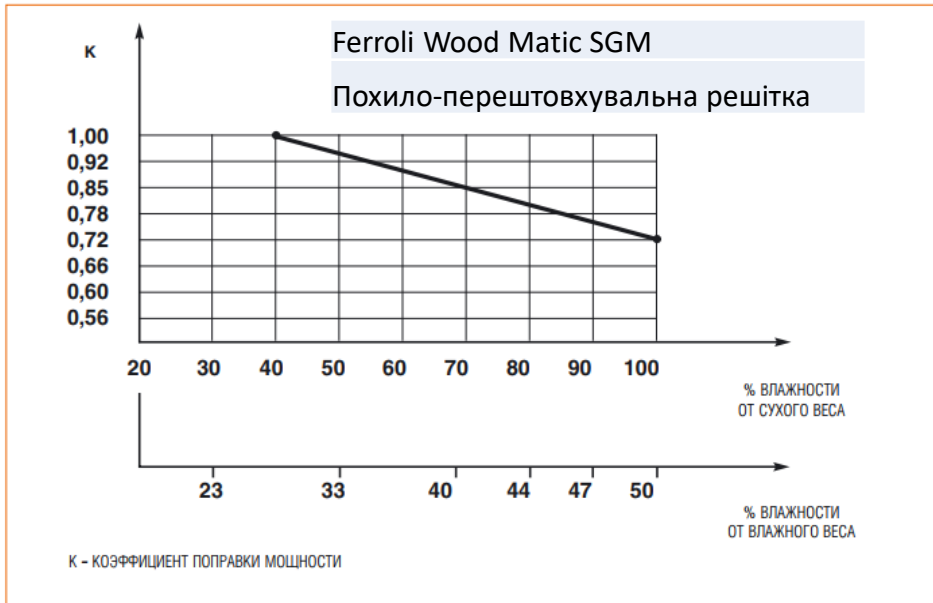


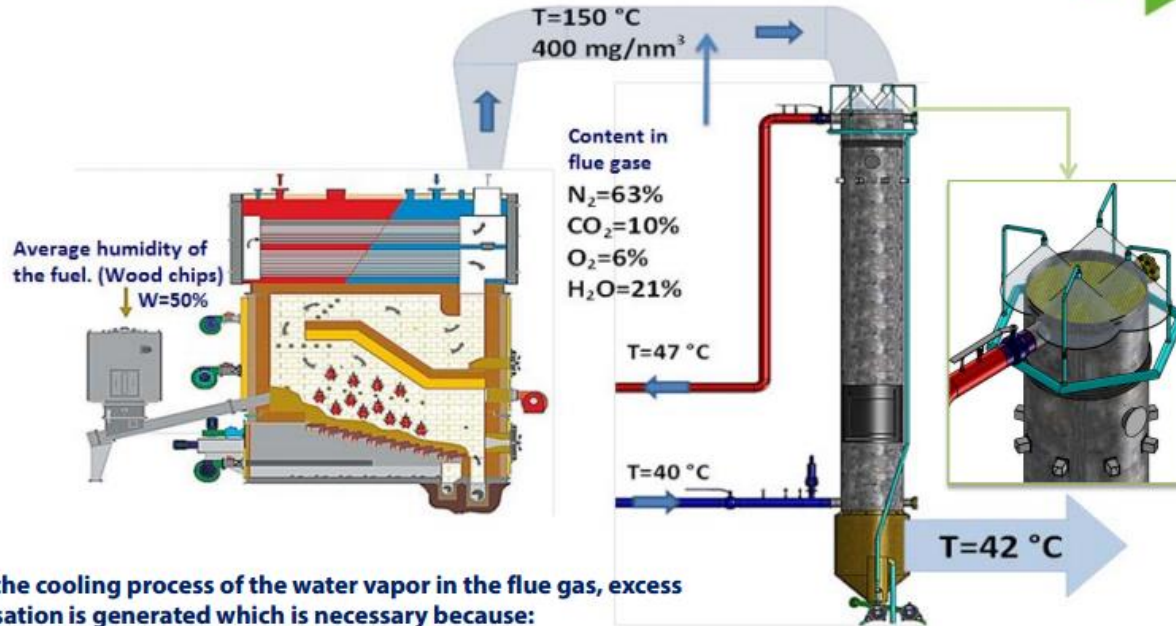
Рис.2. График снижения КПД.



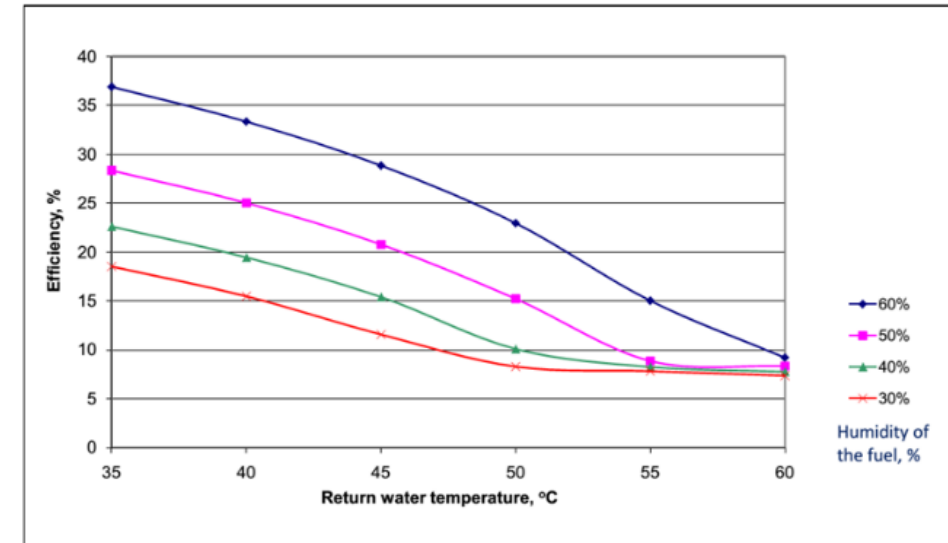
Застосування утилізаторів теплоти продуктів згоряння

Підвищення ККД котлів при застосуванні конденсаційних економайзерів компанії ENERSTENA

Schematic diagram of the economizer



Total efficiency of the economizer CEB



During the cooling process of the water vapor in the flue gas, excess condensation is generated which is necessary because:

- ✓ Liquid are formed;
- ✓ Due to the excessive concentration of particulates in the condensate, it must be cleaned and neutralised



Очистка конденсату - методом коагуляції або флокуляції

Застосування утилізаторів теплоти продуктів згоряння

Кількість теплової енергії, що відпускається від котельні:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{зв}}) / 1000,$$

де: Q – відпущено теплової енергії, Гкал/год;

m – масова витрата теплоносія (води в мережі), тон/год;

c – питома теплоємність води, 1 Мкал/тону;

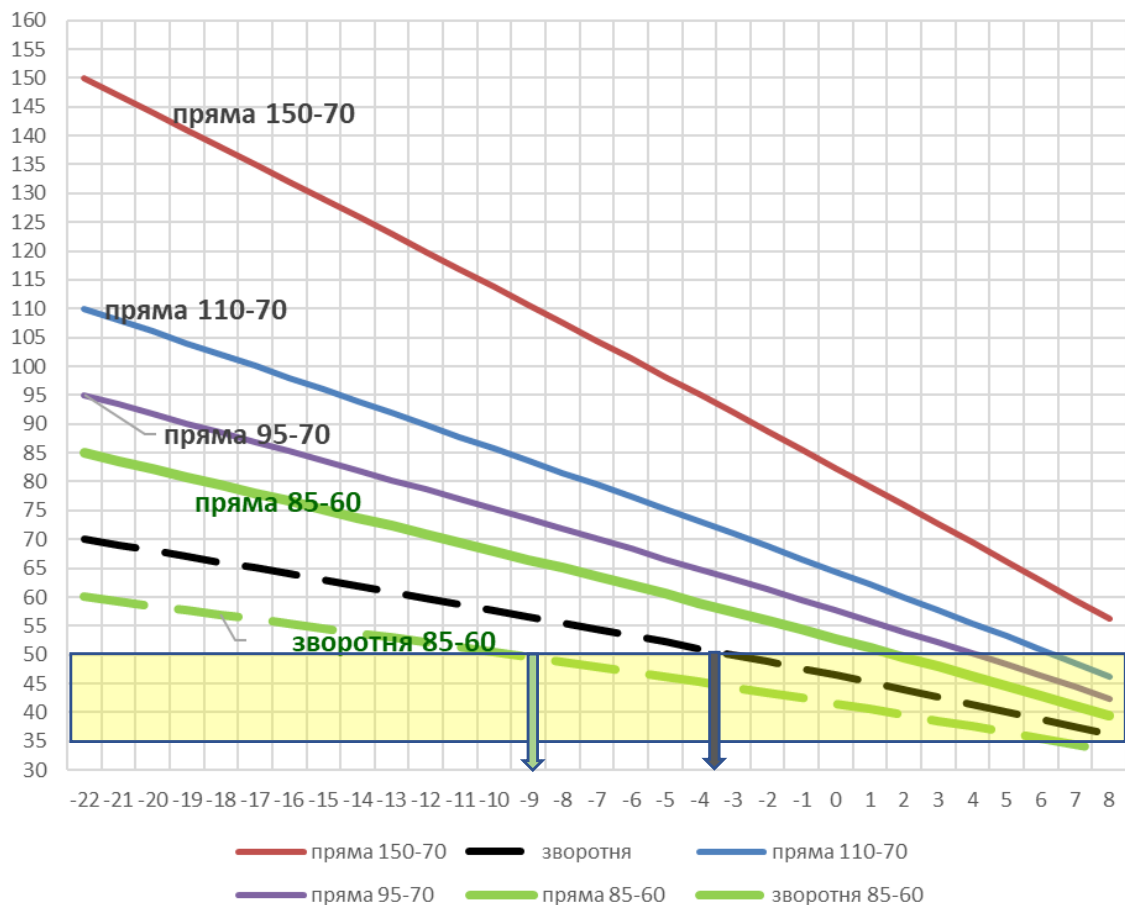
$t_{\text{пр}}$ і $t_{\text{зв}}$ – температура відповідно прямої і зворотньої води в мережі, °С.

Види регулювання кількості теплової енергії, що відпускається від котельні:

- Якісне (зараз найбільш розповсюджене в Україні) – регулюємо температурою води, її витрата в тепломережі майже незмінна протягом опалювального сезону;
- Кількісне- регулюємо лише витратою води, температура майже незмінна;
- Якісно-кількісне – змінюються обидва параметри (температура та масова витрата води).

При кількісному регулюванні можна підтримувати температуру зворотньої води на такому рівні, що буде оптимальний з точки зору застосування конденсаційного економайзера.

Температурні графіки теплової мережі при якісному регулюванні відпуску ТЕ





Приклади впровадження енергетичного використання біомаси в Україні

Найбільші за потужністю котельні на біомасі в централізованому теплопостачанні (від 5 МВт)

№ п/п	Населений пункт, джерело теплопостачання	Компанія, що експлуатує котельню	Встановлена теплова потужність, МВт	Паливо
1	Рівне, вул. Макарова	«Укртепло»	20	деревна тріска
2	Запоріжжя, вул. Василя Сергієнка, 7	ТОВ «Енергоспецінвест Комфорт»	12	гранули
3	Київська обл., м. Славутич, водогрійна котельня	«Укртепло»	10,5	деревна тріска
4	Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський, вул. Жукова, 2	КП «Міськтепловоденергія»	10	деревна тріска, качани кукурудзи
5	Харківська обл., м. Вовчанськ, вул. Досвітнього, 33а	Вовчанське підприємство теплових мереж	10	гранули
6	Київська обл., м. Вишневе, вул. Київська, 11	ТОВ «Екотеплоресурс»	10	тріска, гранули
7	Київська обл., м. Вишневе, вул. Чорновола, 1д	ТОВ «Екотеплоресурс»	7	тріска, гранули
8	Запоріжжя, вул. Цитрусова, 9	Концерн «Міські теплові мережі»	6	гранули
9	Дніпро, вул. Бехтерева, 1	ТОВ «Теплотрансбрут»	6	гранули
10	Вінниця, вул. Баженова, 15	КП ВМР «Вінницяміськтеплоенерго»	5,2	тріска
11	Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 128	КП «Вінницяоблтеплоенерго», ДП «Альтернативна теплова енергія»	5	тріска
	Луцьк; вул. Боженка, 32	ДКП «Луцьктепло»	5	тріска

Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні



Котельня на дровах встановленою потужністю 4 МВт (реконструкція котельні військової частини, Львівська область)

Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні



Котел КВГ-7,56, переобладнаний для спалювання гранул

Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні



Івано-Франківськтеплокомуненерго, 2008 рік, 3,4 МВт, паливо-деревна тріска. Переведено 2 котли Е-2,5-0,9 на біомасу



Черкаситеплокомуненерго, 2011 рік, 2,5 МВт, котел Комконт, паливо-деревна тріска, тирса, стрижні качанів кукурудзи



Місто Славутич, 2013 рік, 10,5 МВт, 3 котли Комконт, паливо-деревна тріска



Місто Житомир, районна психоневрологічна лікарня, 2013 рік, котел Крігер КВм-2,5, паливо-деревна тріска



Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні



Жовкватеплоенерго, 2014-2016 роки, 4 МВт, 3 котли Крігер КВм-0,82 +котел Крігер GP 1,5 МВт

Вінницятеплоенерго, 2016-2017 рік, загальна потужність 5,2 МВт, два котли Mawera SFR 2600 по 2,6МВт, паливо- деревна тріска

Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні



Приклади втілених проектів з енергетичного використання біомаси в централізованому теплопостачанні

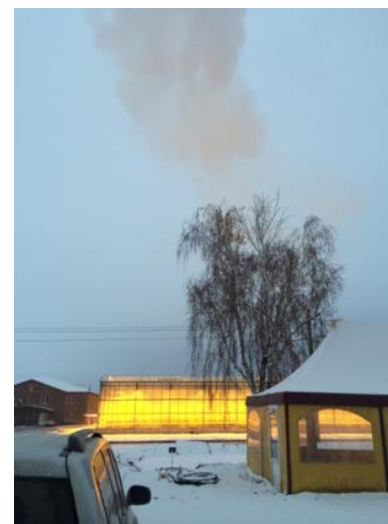


Місто Купянськ, 2016-2017 роки, котел Marten, 1 МВт (тріска) + котел на пелетах 0,6 МВт.



Місто Купянськ, 2016-2017 роки, котельня на пелетах 0,3 МВт, опалює дитячий садок

Тепличні господарства



ТОВ «Камелія», 2014 рік – котельня на біомасі для опалення теплиць, 7 МВт. Встановлено 3 котли Крігер по 3,5 МВт. Паливо- тріска, пелети.

Виробництво ДВП



Деревообробні підприємства, виробництво пелет та брикетів

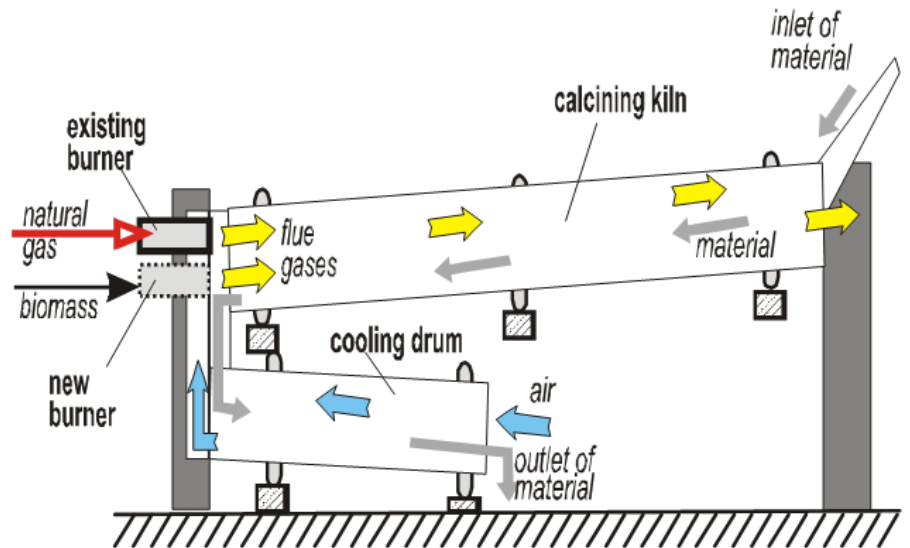
Сушарки пиломатеріалів



Сушильний комплекс ДП Тривад



Цементні заводи, підприємства з виробництва вогнетривів



ТОВ
«Ватутінський
комбінат
вогнетривів»

Сільське господарство

Котельня на соломі птахокомплексу «Дніпровський»



*Парова котельня
компанії «Нива
Переяславщини»*



Зерносушарки



Теплогенератор компанії TEFF (м.Одеса) (6 МВт) до зерносушарки Vonfanti

Зерносушильний комплекс КС-16 компанії «БРІГ»



European Bank
for Reconstruction and Development



IBBK
BIOGAS

Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

Дякую за увагу!

Володимир Крамар, к.т.н.,
НТЦ «Біомаса»,
Біоенергетична
асоціація України (UABIO)

<https://uabio.org>

<https://www.facebook.com/uabio>

