

*Інформаційний День проекту FORBIO в Черкасах 16.05.2018
«Стале використання агробіомаси для енергетики: додатковий дохід для аграріїв»*



Брикетування агробіомаси в Україні. Перспективи для аграріїв

**Тетяна Желєзна, к.т.н.
БАУ, НТЦ «Біомаса»**

Використання паливних брикетів з біомаси у світі

- ❖ Широко використовуються *в країнах, що розвиваються*. Існує і зростає інтерес в *розвинених країнах* (ЄС, США).
- ❖ В *Швеції* перші брикетувальні лінії з'явилися на кількох крупних лісопильних заводах ще на початку 1900-х років. Великомасштабне виробництво брикетів з деревини розпочалося у 1970-х роках після першої нафтової кризи і сьогодні становить більше 300 тис. т/рік.
- ❖ В *Німеччині* обсяг виробництва брикетів з деревини і агробіомаси складає більше 1,75 млн. т/рік при загальній встановленій потужності брикетувального обладнання 3,25 млн. т/рік. Основна частина вироблених паливних брикетів (близько 1,2 млн. т/рік) споживається всередині країни, а решта експортується в інші країни Європи.
- ❖ Приклади інших *європейських країн*: річний обсяг виробництва брикетів з біомаси становить в Хорватії більше 60 тис. т, в Сербії – 30 тис. т, в Боснії і Герцеговині – 35 тис. т, в Македонії – 5 тис. т, в Чехії – 188 тис. т разом пелет та брикетів.
- ❖ Тема паливних брикетів з біомаси є надзвичайно актуальною і для *України*. З травня 2015 року в країні почалося суттєве підвищення цін на природний газ для домогосподарств, в результаті чого населення стало активно переходити на біомасу (дрова).

Переваги використання паливних брикетів з агробіомаси

- Брикети – це **покращене біопаливо** з прогнозованою якістю («евродрова»).
- Відповідність вимогам котельного обладнання, **кращі екологічні показники** при спалюванні.
- Можливість застосування в **існуючих** пічках, побутових (15-30 кВт) та невеликих твердопаливних котлах з ручним завантаженням (до ~100-150 кВт). Брикети не потребують спеціалізованого обладнання на відміну від більш дорогих пелет (гранул) з біомаси.
- Потенційна можливість використання брикетів з відносно низькою щільністю («м'яких») в більш потужних котлах зі шнековою подачею (до ~1 МВт).
- Наявність **значної сировинної бази**, особливо для брикетів з агробіомаси.
- Є більш **зручними та економічними**, ніж дрова, при транспортуванні та зберіганні. За рахунок більшої енергетичної щільності потребують менших витрат праці при ручному завантаженні в котел.
- Відносно **низька ціна**. У брикетів ціна за одиницю енергії є порівняною з дровами при набагато кращих паливних характеристиках.
- Можуть виступати в ролі більш дешевого **замінника вугілля**, особливо в тих регіонах, де вугілля є дорогим (4000 грн./т і більше). Вартість одиниці енергії в брикетах з соломи/лушпиння соняшника може бути до **2** разів менше, ніж у вугіллі.

Порівняння вартості одиниці енергії викопних палив і біомаси

Вид палива або енергоносія	Ціна (на квітень 2018 р.), грн./т без ПДВ	Нижча теплотворна здатність, МДж/кг	Вартість одиниці енергії в паливі/енергоносії, грн./ГДж без ПДВ
	А	Б	А/Б
Природний газ для населення	5798 грн./тис. м ³	34,0	171
Природний газ для промисловості	8686 грн./тис. м ³	34,0	256
Вугілля	3000-5000*	25,0	120-200
Мазут	9000	42,0	214
Електроенергія	1,91 грн./кВт·год	-	531
Пелети/брикети з деревини	2900**	17,0	171
Пелети з лушпиння	1700**	17,5	97
Пелети з соломи	1800**	16,0	112
Брикети з лушпиння	1600**	17,5	91
Брикети з соломи	1900**	16,0	119
Дрова (W40%)	950	10,0	95
Деревна тріска	1000	10,1	99
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	900	14,6	62

* Орієнтовна ціна.

** Орієнтовна ціна. Реальна ціна суттєво залежить від показників якості конкретної партії гранул/брикетів та від регіону виробництва.

Виробництво твердих біопалив в Україні (2015 р.)

Пелети (гранули) з біомаси, загалом: **1,32** млн. т на 494 підприємствах,
у тому числі з деревини – 390 тис. т
з лушпиння – 724 тис. т
з соломи – 146 тис. т
з ін. видів БМ – 52 тис. т

Експорт пелет з деревини – 150 тис. т (38,5% обсягу виробництва),
пелет з лушпиння – 822 тис. т (з урахуванням реекспорту).

Паливні брикети виробляються в основному з деревини, лушпиння, соломи, очерету. У 2015 р. вироблено **170** тис. т брикетів з деревини, **95** тис. т брикетів з агрокультур.

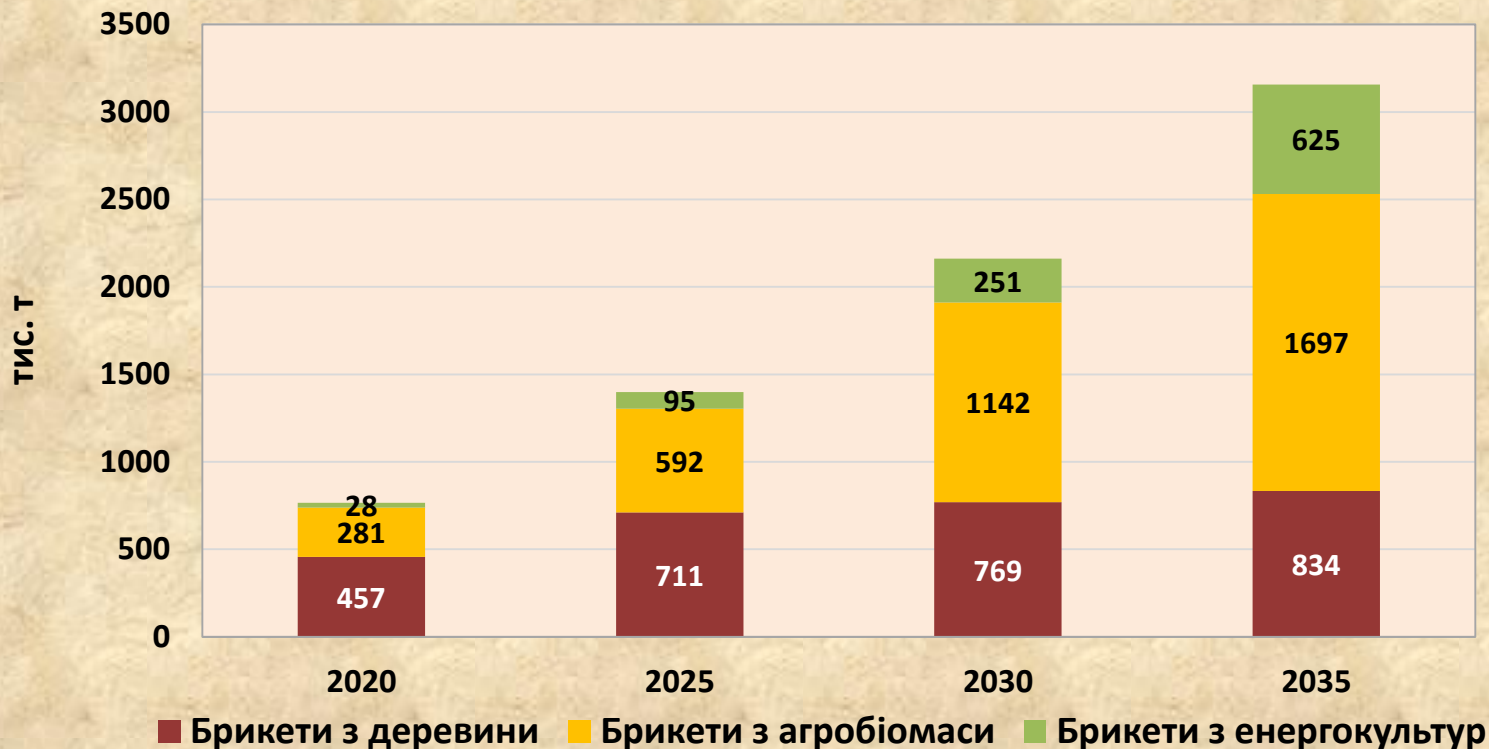
Джерела: Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси. Проект UNDP, GEF, 2016

http://uabio.org/img/files/docs/kompleksnii_analiz_ukrayinskogo_rinku_pelet_z_biomasi.pdf

Дорожня карта з розвитку твердого біопалива України. Проект UNDP, GEF, 2016.

http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/b4/bd/b4bda440-5ab8-4c64-943a-a094da7a757f/dorozhnia_karta_z_rozvitku_rinku_tverdogo_biopaliva_ukrayini.pdf

Оцінка обсягу ринку України для паливних брикетів з біомаси для потреб населення (індивідуальне опалення)



Вид брикетів	2020	2025	2030	2035
Брикетів з деревини	457	711	769	834
Брикетів з агробіомаси	281	592	1142	1697
Брикетів з енергокультур	28	95	251	625
Всього, тис. т	766	1399	2161	3156

Оцінка ґрунтується на ключових показниках Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, прогнозі НТЦ «Біомаса» щодо структури споживання твердих біопалив та прогнозі виробництва теплової енергії з ВДЕ по різних секторах до 2050 року.

Види паливних брикетів з біомаси



NESTRO

гідравлічні преси

NIELSEN

ударно-механічні преси

1,0-1,15 т/м³

RUF

гідравлічні преси

0,75-0,80 т/м³

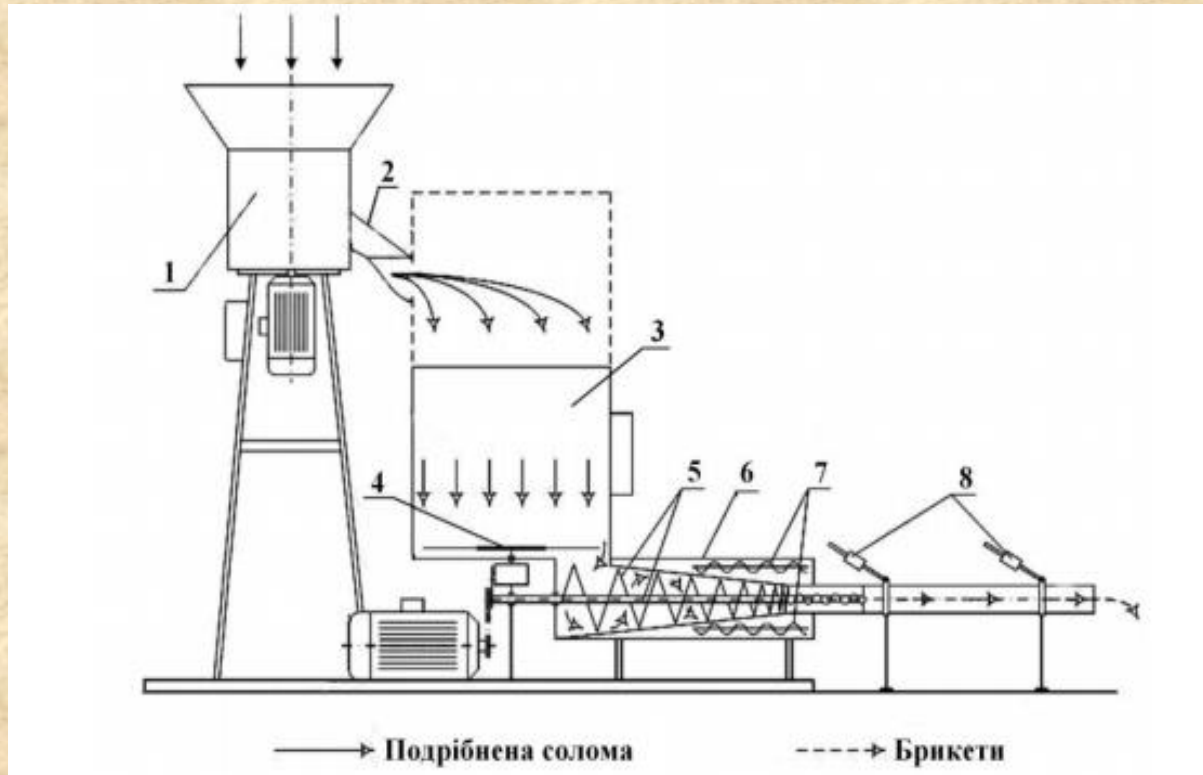
Pini&Kay

механічні (шнекові) преси

1,1-1,4 т/м³

Типові розміри: «діаметр» 60-75 мм (не менше 25 мм), довжина 100-400 мм (не більше 5 «діаметрів»)

Технологічна схема виробництва паливних брикетів з соломи



1 – роторна дробарка; 2 – направляючий лоток; 3 –завантажувальний бункер; 4 – ворушильник; 5 – конічний шнек; 6 – корпус преса-брикетувальника; 7 – електронагрівачі; 8 – механізм для регулювання щільності брикетів (підпресовувач)

Джерело: Дубровін В.О., Кухарець С.М., Поліщук В.М. та ін. Розробка ресурсощадних технологій виробництва та використання твердого біопалива для теплопостачання виробничих та побутових приміщень агропромислового комплексу. Рекомендації для агропромислових підприємств України. Київ, 2014

Приклади прес-брикетувальників, представлених на ринку України



Прес BIOMASSER DUO (шнековий) з подрібнювачем TOMASSER RK (брикети Pini&Kay)

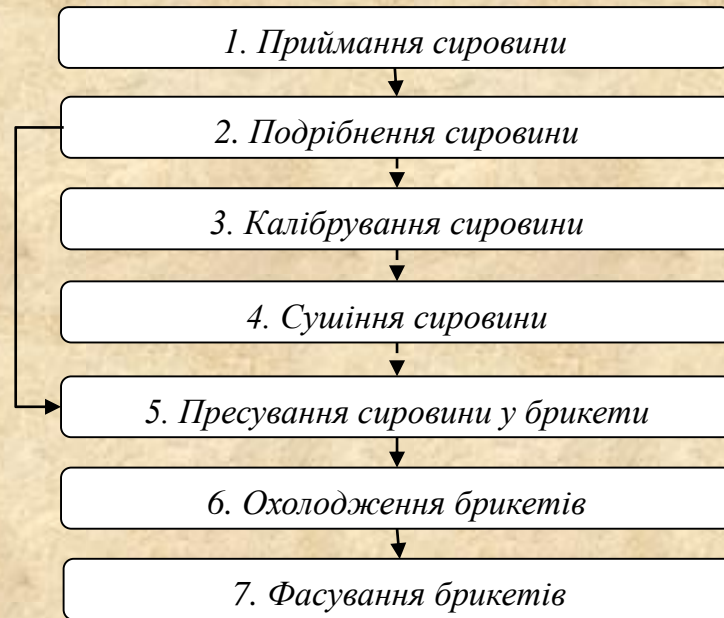


Прес ПБУ-060-400 (ударно-механічний) з бункером-дозатором (брикети NIELSEN)



Прес BP 500 A гідравлічний (брикети RUF)

Технологічні операції виробництва паливних брикетів



Характеристики сировини для виробництва брикетів

Сировина	Характеристики вихідної сировини			Характеристика брикету
	Насипна щільність, кг/м ³	Вологість, %	Фракція, мм	Щільність, т/м ³
Лушпиння соняшнику	100	4-9	6-10	1,15
Лушпиння соняшнику (подрібнене)	260	6-9	2-5	1,09
Гречана лузга	160	5-12	2-5	1,03
Рисова лузга	125	5-12	2-6	1,01
Тирса дубова	270	6-12	2-5	1,25
Тирса соснова	125	6-8	2-5	1,15
Солома (січка)	40-60	8-14	5-30	0,7-0,9

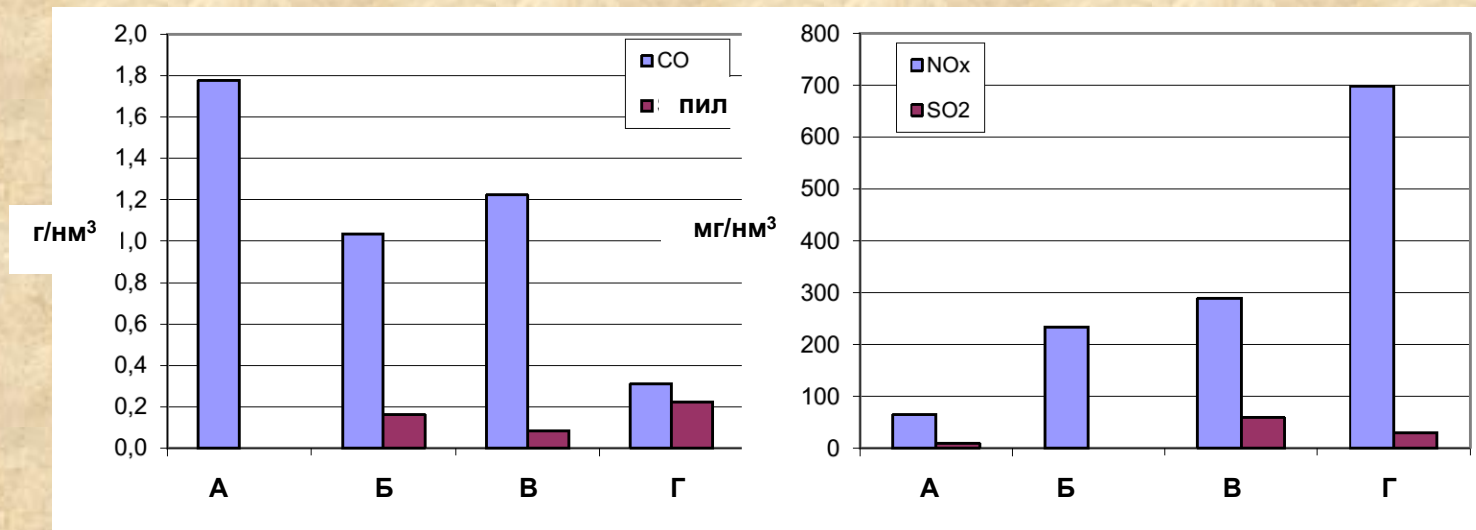
Паливні характеристики брикетів з біомаси

Матеріал брикету	Зольність, %	Вологість, %	Нижча теплота згорання, МДж/кг	Щільність, т/м ³
Солома	7,30	7,80	15,73	1,08
	4,86	9,30	15,68	н.д.
	5,5	6-10	15,4-21,0 *	0,7-0,9
	8,0	8-10	17,18 * (пшенична)	
	6,1-8,4		17,60 * (житня)	
Качани, стебла кукурудзи	3,0	7,52	15,92 *	0,75-0,92
			14,13-14,46	
Стебла соняшника	4,3	6-12	18,01 *	0,85-0,89
Лушпиння соняшника	3,60	2,70	18,77	1,15
	2,92	8,51	н.д.	н.д.
		6-8	21,0-21,8 *	1,09-1,15
Лушпайка рису	20,2	7,1	13,24	1,16
	12,0	5-12	13,83 *	1,01
Деревна тирса	0,80	4,0	н.д.	н.д.
	1,10	10,3	17,00	н.д.
	1,16	4,1	18,86	0,79
	1,0		18,85 * (м'які породи) 20,53 * (тверді породи)	1,15 (сосна) 1,25 (дуб)
Виноградна лоза	1,5	н.д.	14,04 *	н.д.
Очерет	4,0	н.д.	16,76 *	1,12
Міскантус	4,5	7,5-8	17,6-17,7	0,85

* Авторами даних не уточнено нижча чи вища теплота згорання наведена; н.д. – немає даних.

Дослідження по спалюванню брикетів

Показники емісії при спалюванні брикетів з соломи (O₂ 13% об.)



А – пічка 6 кВт, дрова (для порівняння), Б – пічка 6 кВт, брикети з соломи з добавкою цукрового розчину (до 2%) для покращення паливних характеристик, В – пічка 6 кВт, брикети з соломи без добавок, Г – котел 50 кВт (призначений для дров), брикети з соломи без добавок

Показники емісії при спалюванні брикетів з деревини в котлі 30 кВт

Речовина	Брикети з деревини (W 9,8%)	Брикети з деревини та вугілля (W 5,4%)	Вугілля (W 3,3%)	Кускова деревина (W 9,8%)
CO, г/ГДж	1760	2140	2990	2400
SO ₂ , г/ГДж	16	110	283	5
NO ₂ , г/ГДж	42	96	162	32
Пил, г/ГДж	39	63	294	116

Законодавча база виробництва паливних брикетів з біомаси

Закон України «Про альтернативні види палива»:

- Брикети з біомаси відносяться до твердих *біологічних* видів палива, а також класифікуються як вид *альтернативного* твердого палива.
- Біологічні види палива, призначені для реалізації як товарна продукція, підлягають *обов'язковій сертифікації* відповідно до законодавства.
- Виробниками альтернативних видів палива вважаються суб'єкти господарювання всіх форм власності, що виготовляють тверде, рідке та газове паливо з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. Суб'єкти господарської діяльності, які реалізують свою продукцію, *на вимогу покупця надають документ*, що підтверджує якість палива та його належність до альтернативних видів палива*.

* У 2014 р. було скасовано звільнення від ПДВ операцій з продажу біопалив, в тому числі дров, тріски, гранул, брикетів, тому наразі відсутня необхідність обов'язкового отримання свідоцтва про належність палива до альтернативного. Але таке свідоцтво має надаватися за вимогою покупця.

Закону України «Про ліцензування видів господарської діяльності»:

- Виробництво твердих біопалив *не підлягає ліцензуванню*.

Сертифікація та стандартизація брикетів з біомаси

Стандарти на тверде біопаливо:

ДСТУ 7124:2009 «**Лушпиння соняшнику пресоване гранульоване. Технічні умови**» (уведено в дію 01.01.2012, внесено зміни у 2014 р.)

ДСТУ 8358:2015 «**Брикет та гранули паливні з деревинної сировини. Технічні умови**» (затверджено у 2015 р., набрав чинності 1 липня 2017 р.)

Технологічні регламенти та технічні умови:

Технологічний регламент на виробництво брикетів і гранул паливних з лушпиння соняшника

Наразі в Україні існує **кілька десятків ТУ**, розроблених підприємствами-виробниками брикетів з різних видів біомаси (*приклад*):

Рослинна сировина:

ТУ У 20.1-36474797-001:2009 Брикет паливний із подрібненої рослинної сировини;

ТУ У 38.1-37474379-002:2014 Гранули та брикет паливний з відходів деревини та сільськогосподарських культур

Лушпиння соняшника:

ТУ У 15.6-30842484.007:2006 Біобрикет із лушпиння соняшника

ТУ У 15.6-30842484.007-2006 зі зміною № 1 Брикет з відходів сільськогосподарського виробництва (лушпиння насіння соняшника)

Деревна біомаса:

ТУ У 20.1-34920361-001:2009 Брикет пресований із тирси

ТУ У 16.2-37677902-001:2012 Брикет паливний пресований з відходів деревини

Очерет: ТУ У 38.1-1700201376-002:2016 Брикет паливний з очерету

Приклади успішних практик виробництва паливних брикетів з біомаси

Виробництво брикетів з соломи у с. Кінські Роздори (Запорізька обл.)

- Завод (250-300 кг/год) збудований і запущений у 2016 р. у рамках програми ЄС/ПРООН з розвитку сільської місцевості (80% капвитрат).
- Селяни організували **кооператив** (наразі 50 чол.).
- Споживачі – місцеве населення з пічним опаленням.



Брикетувальні лінії для соломи у Вінницькій області

- Лінія (5 т/зміна) у с. Непедовка Козятинського району (2016 р.) (ТОВ «Світанок»).
- Лінія (5 т/зміна, 2 зміни) у с. Обухів Мурованокуріловецького району (2017 р.) (фермерське господарство «Вищеольчедаївське»).
- Споживачі – об'єкти соціальної сфери районів області.



Джерела: ЗМІ

Приклади успішних практик виробництва паливних брикетів з БМ (2)

Виробництво брикетів зі стебел малини у с. Лосятин (Тернопільська обл.)

- Ягідний кооператив трансформувався в енергетичний (2017 р.).
- Впровадження брикетувальної лінії фінансово підтримано проектом ПРООН та ЄС.
- Споживачі – місцеві жителі.



Виробництво брикетів з відходів очерету у м. Вилкове (Одеська обл.)

- Компанія «Еко-Дельта» з 2014 р. виробляє брикети з відходів очерету (400 кг/год).
- Брикетувальну лінію було впроваджено в рамках реалізації україно-румунно-молдавського проекту за фінансуванням ЄС.
- Споживачі – адміністративні об'єкти, місцеве населення.



Джерела: ЗМІ

Попереднє ТЕО виробництва та використання паливних брикетів з біомаси в Україні

ВИРОБНИЦТВО:

Варіант 1. Підприємство в сільській місцевості виробляє брикети з агро-біомаси і продає їх як заміник дорогого вугілля місцевому населенню та іншим споживачам, що використовують малі котли з ручним завантаженням. Такими споживачами можуть бути об'єкти соціальної сфери, наприклад, школи, лікарні. *Перевага:* можливість продажу брикетів по ринковій вартості.

Варіант 2. Мешканці села або кількох сіл створюють **енергетичний кооператив**, в рамках якого виробляють брикети з біомаси для власного споживання. Такий кооператив може бути або новоствореним, або ж діяльність вже існуючого кооперативу (наприклад, ягідного) розширюється на виробництво паливних брикетів. *Переваги:* можливість використання дешевої (або навіть безкоштовної) місцевої біомаси, відсутність плати за оренду виробничого приміщення, можливість придбання членами кооперативу вироблених брикетів по ціні, близької до собівартості.

Варіант 3. Крупне **аграрне підприємство** (агрофірма, агрохолдинг) виробляє брикети з власної сировини (побічних продуктів та відходів сільськогосподарського виробництва). *Переваги:* можливість використання сировини (біомаси) по собівартості, відсутність плати за оренду виробничого приміщення, можливість продажу частини брикетів своїм співробітникам по ціні, близькій до собівартості (як складова «соціального пакету» підприємства).

СПОЖИВАННЯ:

Варіант А: населення споживає брикети з біомаси в існуючому (вар. А1) або новопридбаному (вар. А2) побутовому твердопаливному котлі.

Варіант Б: Магазин/готель або іншій подібний заклад споживає брикети з біомаси в існуючому (вар. Б1) або новопридбаному (вар. Б2) твердопаливному котлі 50-100 кВт.

Варіант В: використання паливних брикетів у **котлі** 500-1000 кВт.

ТЕО виробництва брикетів з соломи

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
	Підприємство	Енергокооператив	Агрохолдинг
	<i>Основні вихідні дані: Оплата праці 400 грн./день, є адмінперсонал, солома закуповується за ринковою ціною 780 грн./т з ПДВ, оренда приміщення 20 грн./кв. м-міс.), брикети доставляються споживачам у мішках за ціною 2450 грн./т з ПДВ</i>	<i>Основні вихідні дані: Оплата праці 400 грн./день, адмінперсонал відсутній, солома безкоштовна, приміщення безкоштовне, брикети у мішках продаються членам кооперативу за ціною 1450 грн./т з ПДВ</i>	<i>Основні вихідні дані: Оплата праці 400 грн./день, є адмінперсонал, солома по собівартості 450 грн./т, оренда приміщення відсутня, брикети продаються споживачам без доставки у мішках за ціною 2300 грн./т з ПДВ (70% обсягу) та власним співробітникам за ціною 1900 грн. з ПДВ (30% обсягу)</i>
Продуктивність, кг/год	320,0	160,0	640,0
Продуктивність річна, т/рік	1536,0	640,0	2560,0
Ціна сировини (соломи), євро/т без ПДВ	20,2	0,0	14,0
Капітальні витрати, тис. євро	40,5	23,4	136,7
Експлуатаційні витрати, тис. євро/рік	86,7	18,5	112,2
Кредитні кошти (частка капітальних витрат), %	60	60	60
Ставка по кредиту, %	7	7	7
Продажна ціна брикетів, євро/т без ПДВ	64	38	60 (70%) та 49 (30%)
Простий термін окупності, років	3,3	2,9	2,8
Дисконтований термін окупності, років	3,7	3,3	3,3
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	26%	35%	36%

ТЕО споживання брикетів з соломи

Показники	Варіант 1: населення, котел 20 кВт		Варіант 2: організація, котел 100 кВт		Варіант 3: підприємство, котел 1000 кВт	
	A1	A2	B1	B2	B1	B2
	існуючий котел	новий котел	існуючий котел	новий котел	існуючий котел	новий котел
Встановлена потужність, кВт	20	20	100	100	1000	1000
Капітальні витрати, євро		900		3500		30000
Економія коштів на придбанні палива, євро/рік	408	408	409	2307	10207	29190
	<i>по вугіллю</i>	<i>по вугіллю</i>	<i>по вугіллю</i>	<i>по природ- ному газу</i>	<i>по вугіллю</i>	<i>по природ- ному газу</i>
Кредитні кошти (частка капітальних витрат), %		60		60		60
Ставка по кредиту, %		7		7		7
Простий термін окупності, років		3,9		2,4		1,5
Дисконтований термін окупності, років		4,7		2,7		1,6
Внутрішня норма дохідності (IRR), %		26%		43%		68%

Висновки

- ❖ Виробництво паливних брикетів з біомаси – вигідний бізнес, розвитку якого необхідно сприяти. Вже існують успішні приклади в Україні.
- ❖ Наявний великий потенціал біомаси для виробництва брикетів і сегмент внутрішнього ринку для споживання брикетів з біомаси.
- ❖ Необхідно активно залучати агробіомасу та енергетичні культури до виробництва паливних брикетів.
- ❖ Споживання паливних брикетів з біомаси сприяє заощадженню коштів на придбанні дорогого викопного палива.
- ❖ Необхідно вирішувати питання стандартизації та сертифікації паливних брикетів з біомаси.

Дякую за увагу!

Желєзна Т.А.

тел./факс: 044 456 94 62
zhelyezna@biomass.kiev.ua

