

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЙ З ОБҐРУНТУВАННЯМ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПЕРЕХОДУ ГРОМАДИ НА ОПАЛЕННЯ ПАЛИВНИМИ БРИКЕТАМИ



Методичні рекомендації розроблені в рамках проєкту «Підвищення енергетичної незалежності Бериславської міської громади шляхом створення виробництва паливних брикетів» за підтримки Програми «U-LEAD з Європою», що спільно фінансується Європейським Союзом та його державами-членами Німеччиною, Польщею, Швецією, Данією, Естонією та Словенією. Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю її авторів і не обов'язково відображає позицію Програми «U-LEAD з Європою», Європейського Союзу і його держав-членів Німеччини, Швеції, Польщі, Данії, Естонії та Словенії.

Зміст

Вступ	4
Переваги біомаси перед традиційними джерелами енергії	5
Потенціал біомаси в Україні	7
Переваги опалення паливними брикетами	9
Вибір сировини для виготовлення паливних брикетів	11
Технологія виробництва паливних брикетів	14
Обладнання для виробництва паливних брикетів ...	20
2.Подрібнювач соломи ДР-1000	27
Техніко-економічне обґрунтування виробництва паливних брикетів	28

Вступ

Ці методичні рекомендації стануть корисними для представників територіальних громад України, які прагнуть створити плантації енергетичних культур з метою забезпечення громади біомасою для опалення.

Після початку повномасштабної російсько-української війни 24 лютого 2022 року енергетична безпека стала одним із найважливіших питань для громади. Руйнування енергетичної інфраструктури в Україні змусило шукати альтернативи для електропостачання та обігріву будівель. Один з оптимальних варіантів — перехід на паливні брикети з біомаси як локальну сировину для опалення.

Ці методичні рекомендації надають рекомендації стосовно розрахунку необхідної кількості сировини для забезпечення стабільної роботи

інфраструктури. Він також висвітлює економічні аспекти використання біомаси для опалення та підкреслює важливість енергетичної безпеки.

Додатковий досвід було створено на основі практичного досвіду Бериславської громади, щоб сприяти спрощенню процесу переходу на опалення паливними брикетами та зробити вагомий крок до енергетичної незалежності країни.

Переваги біомаси перед традиційними джерелами енергії

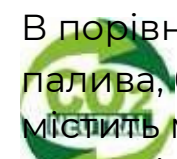
Часто серед звичайних громадян, власників підприємств, державних службовців та деяких науковців можна почути відразу до технологій виробництва енергії з біомаси. Ці технології часто сприймаються як складні, незрозумілі, вважаються "застарілими", а біомаса розглядається як "складне" паливо, використання якого потребує значних зусиль у порівнянні з традиційними джерелами енергії. Таке неправильне суспільне ставлення до цього типу палива раніше існувало також в ЄС і в інших країнах. Тому перед початком реалізації проектів важливо зрозуміти реальні переваги використання біомаси над традиційними джерелами енергії. Правильне й позитивне ставлення до використання біомаси для енергетики є запорукою стійкості та успішності майбутніх проектів. Основні переваги використання біомаси включають:



Біомаса є місцевим джерелом палива, що використовує наявні ресурси регіону, включаючи трудові ресурси. Її використання сприяє розвитку місцевої економіки.



Це відновлюваний джерело енергії, яке при використанні не викликає ризиків, сприяючи сталому розвитку регіону і уникненню ризиків, пов'язаних із вичерпанням природних ресурсів.



В порівнянні з традиційними видами твердого палива, біомаса є екологічно чистим паливом, містить мало сірки та не сприяє утворенню оксидів азоту під час спалювання. Враховуючи цикл поглинання та вивільнення вуглекислого газу, вона не підсилює парниковий ефект і зменшує негативний вплив на довкілля.



Біомаса зазвичай є більш економічним джерелом енергії в порівнянні з традиційними джерелами. Тенденції останніх років свідчать про швидший ріст цін на традиційні джерела енергії порівняно з відновлюваними.



Розвиток ринку виробництва енергії з біомаси створює нові робочі місця, сприяє зростанню регіонального валового продукту і зеленому зростанню економіки.



Використання біомаси допомагає зменшити кількість відходів у містах, а в разі використання біогазу сприяє утилізації небезпечних відходів, очищенню засмічених територій і відновленню біорізноманіття.



Впровадження енергетичних об'єктів на основі біомаси сприяє впровадженню сучасних технологій, оновленню технічних парків, розвитку виробництва та обслуговуванню нового обладнання.

Потенціал біомаси в Україні

Україна має значний потенціал використання біомаси для виробництва енергії, оцінюваний на понад 27 мільйонів тонн умовного палива (у.п.) на рік.

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т	Економічний потенціал, млн. т у.п.
Солома зернових культур	30,6	4,54
Солома ріпаку	4,2	0,84
Відходи виробництва кукурудзи на зерно	40,2	4,39
Відходи виробництва соняшника (стебла, вторинні відходи с/г (лушпиння, жом)	20,9	1,72
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	4,6	1,97
Біодизель (з ріпаку)	–	0,47
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряка)	–	0,99
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	1,6 млрд. м3 метану	0,97
Біогаз з полігонів ТПВ	0,6 млрд. м3 CH4	0,26
Біогаз зі стічних вод (промислових та	1,0 млрд. м3 CH4	0,27
Енергетичні культури:		
- верба, тополя, міскантус	11,5	6,28
- кукурудза (біогаз)	3,3 млрд. м3 CH4	3,68
Торф	–	0,40
Всього	–	27,47

Основні складові цього потенціалу включають первинні агровідходи, такі як солома, залишки від вирощування кукурудзи та соняшника, а також енергетичні культури, активно вирощувані в промислових масштабах в країні

Потенціал, тис. т.н.в.

Технічно доступний

0-175
175-350
350-525
525 та більше

Зараз лише близько 10% загального потенціалу біомаси використовується для енергетичних потреб в Україні, що становить 2,7 мільйона тонн у.п. на рік. Головним чином це деревна біомаса у вигляді дров, тріски, гранул або брикетів (що в цілому становить 86% від загального обсягу використання біомаси), а також лушпиння соняшника (8%). Найменш активно використовуються рослинні залишки, зокрема 94 тисячі тонн соломи на рік, що становить менше 1% економічного потенціалу соломи в Україні.

Переваги опалення паливними брикетами

Опалення паливними брикетами є ефективним та екологічно чистим способом нагріву приміщень і нагріву води, який набуває все більшої популярності в різних країнах. Цей спосіб опалення використовує паливні брикети, які виготовляються з відходів деревообробки, соломи, агро- та лісівничого сировини, і володіють численними перевагами. Нижче розглянемо докладніше деякі з них:

Ефективність: Паливні брикети мають високу енергетичну цінність і горять дуже ефективно. Вони можуть забезпечити значний випромінювальний тепловий потік, що робить їх відмінним вибором для опалення в холодні місяці.

Економія: В порівнянні з деякими іншими джерелами опалення, такими як природний газ або дизельне паливо, паливні брикети можуть бути більш економічно вигідними. Вони зазвичай коштують менше за одиницю енергії.

Екологічна чистота: Виробництво паливних брикетів і їх спалювання супроводжується меншим викидом шкідливих речовин у атмосферу порівняно з деякими іншими видами палива, такими як вугілля або нафта. Це допомагає зменшити негативний вплив на довкілля.

Запаси сировини: Сировина для виробництва паливних брикетів, як правило, є загальнодоступною та великою

кількістю в різних регіонах. Це дозволяє забезпечити сталу поставку палива для опалення.

Використання відходів: Виробництво паливних брикетів часто включає в себе використання відходів деревообробки та інших промислових процесів, що сприяє вторинному використанню матеріалів та зменшенню сміттьового обсягу.

Легкість транспортування та зберігання: Паливні брикети

зазвичай мають компакту форму, що спрощує транспортування і зберігання. Це особливо важливо для кінцевих споживачів.

Можливість автоматизації: Для спалювання паливних брикетів можна використовувати спеціалізоване обладнання, яке дозволяє автоматизувати процес опалення та контролювати температуру.

Довгий строк зберігання: Паливні брикети мають властивість довгого терміну зберігання без втрати енергетичних характеристик, що робить їх ідеальними для використання в періоди збільшеного попиту на опалення.

Отже, враховуючи ці переваги, опалення паливними брикетами може бути вигідним вибором для енергоефективного та екологічно чистого опалення будівель і приміщень.

Вибір сировини для виготовлення паливних брикетів

В даний час для виготовлення паливних брикетів використовуються:

Деревина та її відходи (листя, тирса, стружка, гілки).

Найпопулярніший варіант, дешевий, простий у виробництві, гарний по характеристикам. Найчастіше використовується деревина хвої, берези, дуба. Вартість брикетів не залежить від виду деревини, оскільки у виробництві використовуються виключно відходи. Паливні брикети часто складаються на 95% з деревини одного сорту і 5% різних домішок, що ніяк не позначається на якості палива.

Солома зернових культур (пшениці, кукурудзи). Найдешевший вид сировини для найдешевших брикетів. При згоранні брикетів з соломи тепла виділяється більше тепла ніж при спалюванні дров, а після залишається не велика кількість золи.

Торф. Недорога сировина дозволяє створювати паливні брикети в середньому ціновому діапазоні. Тепла вони виділяють пристойну кількість, але коплять дуже сильно. Застосовувати паливні брикети всюди не можна, для їх використання потрібні спеціальні печі.

Лушпиння від насіння злакових. Оригінальний вид сировини, з якого отримують брикети, при горінні виділяють специфічний запах і найбільше тепло серед своїх побратимів.

Вибір сировини для виготовлення паливних брикетів

В даний час для виготовлення паливних брикетів використовуються:

Деревина та її відходи (листя, тирса, стружка, гілки).

Найпопулярніший варіант, дешевий, простий у виробництві, гарний по характеристикам. Найчастіше використовується деревина хвої, берези, дуба. Вартість брикетів не залежить від виду деревини, оскільки у виробництві використовуються виключно відходи. Паливні брикети часто складаються на 95% з деревини одного сорту і 5% різних домішок, що ніяк не позначається на якості палива.

Солома зернових культур (пшениці, кукурудзи). Найдешевший вид сировини для найдешевших брикетів. При згоранні брикетів з соломи тепла виділяється більше тепла ніж при спалюванні дров, а після залишається не велика кількість золи.

Торф. Недорога сировина дозволяє створювати паливні брикети в середньому ціновому діапазоні. Тепла вони виділяють пристойну кількість, але коптять дуже сильно. Застосовувати паливні брикети всюди не можна, для їх використання потрібні спеціальні печі.

Лушпиння від насіння злакових. Оригінальний вид сировини, з якого отримують брикети, при горінні виділяють специфічний запах і найбільше тепло серед своїх побратимів.

У той же час в лушпинні присутні різні речовини, масла, що утворюють сажу на димоході, що передбачає його регулярне чищення. Паливні брикети з лузги соняшника виділяють тепла більше, ніж аналоги з найкращої деревини.

Шкаралупа від волоських горіхів. Рідкісний і дорогий вид сировини, з якого виходять непогані паливні брикети. Горять вони красивим, яскравим і високим жовтим полум'ям, що добре підходить для використання в камінах.

рис. порівняння характеристик брикетів з різних матеріалів – лушпиння насіння, рису, соломи, тирси і деревної тирси. Такий аналіз показує не тільки, що брикети з різних матеріалів відрізняються між собою. Але і те, що навіть брикети з одного і того ж матеріалу, відрізняються якістю і властивостями.

Материал брикета	Зола, %	Влага, %	Высшая калорийность, ккал/кг	Низшая калорийность, ккал/кг	Плотность, г/см3
Солома	7,3	7,8	4740	3754	1,08
	4,86	9,3	4097	3742	-
Шелуха семечки	3,6	2,7	5161	4480	1,15
	2,92	8,51	-	-	-
Тырса	0,7	7,5	4400	4200	1,37
Шелуха риса	20,2	7,1	3458	3161	1,16
Древесные опилки	0,8	4	-	-	-
	1,1	10,3	4341	3985	-
	1,16	4,1	5043	4502	0,79

Звернемо увагу на деякі моменти в цій таблиці: Лушпиння

насіння. Найвища теплотворність у брикетів з лушпиння насіння – 5161 ккал/кг. Це пов'язано з їх низькою зольністю (2,9-3,6%) і наявністю в складі брикету масла, яке горить і представляє енергетичну цінність. З іншого боку, за рахунок масла такі брикети інтенсивніше забруднюють димохід сажею, і його доводиться чистити частіше.

Дерево. На другому місці по калорійності деревні брикети з тирси – 5043 ккал/кг при 4% вологості і 4341 ккал/кг при 10,3% вологості. Зольність деревних брикетів, така ж, як і у цілого дерева – 0,5-2,5%.

Солома. Брикети з соломи не сильно лушпинню насіння або тирси і мають хороший потенціал використання. У них трохи менша калорійність – 4740 ккал/кг і 4097 ккал/кг, і відносно висока зольність – 4,8-7,3%.

Тирса. Тирса – це багаторічна трав'яна рослина. Такі брикети мають досить низьку зольність – 0,7% і хорошу тепловіддачу 4400 ккал/кг.

Рис. У брикетів з лушпиння рису найвища зольність – 20% і слабка теплотворність – 3458 ккал/кг. Це не набагато краще ніж у деревини, при 20% вологості.

Технологія виробництва паливних брикетів

Брикетування – це технологія створення паливних брикетів з деревної маси без застосування будь-яких сполучних речовин.

Передбачається, що в якості сполучного елемента при брикетуванні виступає лігнін, що виділяється з клітин деревини під дією тиску і температури.

Вміст лігніну в хвойних породах деревини становить 28-34%, в листяних породах – 17-27%, в деревній корі – в середньому 17-44%, в залежності від породи і складу кори (луб, кірка).

Лігнін – аморфний полімер ароматичної природи (поліфенол) складної будови, містить більше вуглецю і менше кисню, ніж целюлоза.

Колір лігніну (від світло-жовтого до темно-коричневого) залежить від способу його виділення з деревини. Щільність лігніну 1,25-1,45 г/см³.

Умовно в технології виробництва паливних брикетів можна виділити чотири основні операції

подрібнення сировини;

просіювання;

сушка;

брикетування.



Підготовчий етап при будь-якій технології – однаковий, і полягає в подрібненні і сушці сировини. В якості сировини виступають, звичайно ж, тирса і більші відходи деревообробного виробництва, які переробляються для виготовлення брикетів. Також в якості вихідного матеріалу для виробництва брикетів можуть служити агропромислові відходи (лушпиння, лушпиння насіння) і, навіть, вугільний пил.

Промисловий подрібнювач – шредер – проводить первинну обробку сировини, доводить її до однакової консистенції. Шредер вибирається виходячи з типу сировини, яку буде використано для виготовлення паливних брикетів. Як подрібнювач, може використовуватися група верстатів, наприклад, щіпкоріз для великої деревини і дробарка для дрібної, або один – соломоріз для переробки соломи. Якщо вибрати кілька пристроїв для лінії, то можна використовувати

різні види сировини, що розширить потенційний асортимент продукції.



Подрібнювач відходів деревообробки

Потім сировину піддають просушуванню з метою довести її вологість до показника не більше 8-10%, що просто необхідно для забезпечення продуктивної роботи. Промисловий сушильний апарат готує сировину для виробництва.



Аеродинамічна сушарка

Далі починається основна операція – брикетування, простіше кажучи, –пресування сировини.



Пресована маса складається з твердої речовини, повітря і води. Кількісне співвідношення цих елементів як до, так і після пресування визначають умови отримання міцного брикету.

Перетворення подрібненої маси в міцний брикет забезпечується як фізико-механічними властивостями матеріалу, так і умовами протікання процесу брикетування.

Відсутність високого тиску і температури з сировини виходять паливні брикети.

Виробництва паливних брикетів простий: матеріали під час пресування виділяють лігнін, що і пов'язує всі дрібні частини воєдино.

Основними факторами, що зумовлюють процес отримання міцного і щільного брикету, є: тиск, вологість і крупність частинок, температурний режим і тривалість пресування.

Зі збільшенням зусилля тиску і зниженням вологості щільність брикетів підвищується. Наприклад, при вологості деревини 15% або при вологості кори 10% брикети легко руйнуються.

У процесі пресування гарячої маси всередині неї накопичується багато водяної пари. Якщо відразу зняти тиск і звільнити брикет з прес-форми, то під дією внутрішнього брикетопару і пружних сил частинок обсяг збільшується, на ньому з'являються тріщини і брикет руйнується. Витримка брикетів під тиском протягом деякого часу є необхідною.



На міцність брикету впливає і температурний режим. Чим вище температура пресованого матеріалу, тим менше зусилля необхідно при його пресуванні. Це пояснюється тим, що з ростом температури збільшується пластичність матеріалу, тобто сили тертя між деревними частинками і стінками каналу матриці знижуються. За час проходження пресованої маси по нагрітому каналу на поверхні брикету утворюється міцна плівка, видаляється частина вологи, і

формуються фізико-механічні зв'язки між частинками. Брикет стає міцнішим.

Рекомендована температура, при якій виходить міцний брикет, повинна бути в межах 150-250°C. При більш низькій температурі (80-120°C) брикети будуть менш міцні. Обмеженням верхньої межі температури є обвуглювання верхніх шарів брикету – відбувається часткове розкладання брикету (піроліз).



Після основної реакції розпаду деревини відбуваються вторинні реакції розпаду при температурі 275- 450°C з бурхливим виділенням тепла, починають інтенсивно утворюватися гази (дим).

Таким чином, потреба в клейових речовинах відсутня, а на виході виходить екологічне паливо, висока щільність якого і висока енергетична цінність дають йому відмінні характеристики. Брикетувальний верстатом можна створювати вироби різної форми, зараз в основному випускаються циліндричні і прямокутні варіанти.

Обладнання для виробництва паливних брикетів

На сьогоднішній день для виробництва паливних брикетів застосовують преси 4-х видів:

гідравлічний;

шнековий екструдер;

ударно-механічний;

прес-гранулятор.

Розрізняє їх – вартість і принцип роботи, об'єднує – вимоги до сировини (вологість 4-10%) і рівномірне подрібнення (фракції менше 25x25x2 мм).

Різниця тільки в способі здавлювання, в першому випадку використовується гідравлічний прес для брикетів, що розвиває зусилля 300- 600 бар.

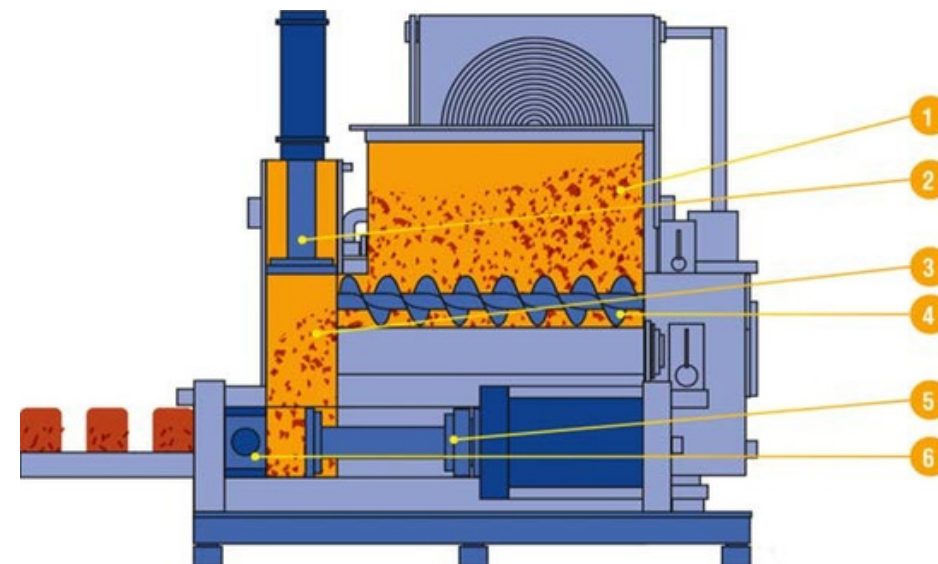
Від такого стиснення сировина мимовільно розігрівається, ~~тільки~~ ~~щодо~~ сприяє формуванню міцної прямокутної «цеглинки».

Гідравлічний прес для виробництва брикетів є установкою, що складається з двох частин: прес-форма і гідроциліндр.

Принцип дії схожий на роботу домкрата. У прес-форму

~~насилюється~~ сировина з тирси, а гідроциліндр поршнем на тирсу в прес-формі. Таким чином, формується щільний брикет.

Розглянемо більш детально роботу гідравлічного преса фірми RUF.



1 – бункер-дозатор; 2 – шток циліндра камери попереднього ущільнення; 3 – камера попереднього ущільнення; 4 – шнековий механізм; 5 – поршень головного циліндра; 6 – камера прес-форм.

Сировина завантажується в бункер-дозатор 1 з якого порціонно подається шнековим механізмом 4 в камеру попереднього ущільнення 3. Коли порція сировини повністю завантажена, шток 2 циліндра камери попереднього ущільнення стискає сировину за рахунок усунення порожнеч між частинками.

Після попереднього ущільнення поршень головного циліндра 5 запресовує матеріал в одну з камер прес-форми 6, утворюючи молекулярне зчеплення. Протягом цього етапу, виштовхувачі, встановлені паралельно головному циліндру, виштовхують готовий брикет, виготовлений на попередньому циклі, з другої камери прес-форми через спеціальні отвори в передній плиті. Шток циліндра камери попереднього ущільнення піднімається вгору, поршень головного циліндра повертається у вихідне положення.

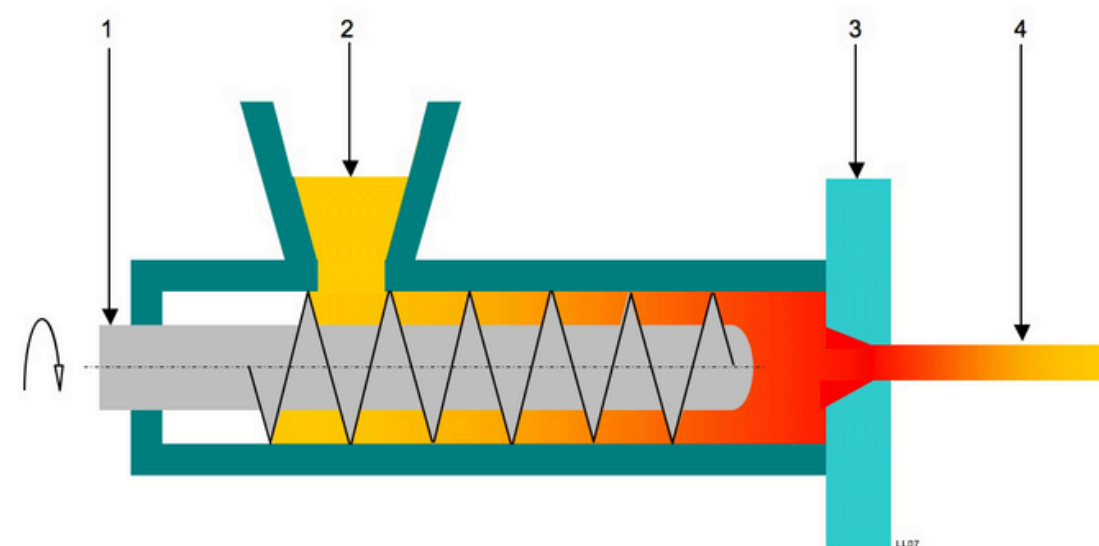
Шнековий живильник починає подачу нової порції сировини, прес-форма змінюється на протилежну, цикл повторюється.

При роботі брикетного преса, на кожному циклі відбувається формування одного брикету і водночас витяг брикету, сформованого на попередньому циклі.

Екструзійний метод виробництва брикетів з тирси легко зрозуміти на прикладі звичайної домашньої м'ясорубки або соковижималки. Сировина завантажується в приймальний бункер агрегату і переміщається шнеком в робочий канал конічної форми. Там і відбувається його стиснення, при цьому шнековий прес для брикетів розвиває жахливе зусилля – до 1000 бар.

Весь процес відбувається під гарячим пресуванням. Філь'єра ~~привертій~~ бути заздалегідь прогріта, інакше заклинить. Під високою температурою і тиском з деревної тирси виділяється гідролізний лігнін. Це горюча речовина, яке ще грає роль сполучної, в процесі формування брикетів.

На виході виходять паливні брикети, які проходять додаткову термічну обробку і відрізаються в один розмір спеціальним ножом.



Розглянемо докладніше роботу екструдера. Вихідна суміш проходить в завантажувальне вікно і зсипається в камеру 2. У камері розташований обертовий подаючий шнек 1 циліндричної форми. До цього шнеку, співвісно, примикає конічний пресуючий шнек, вільний кінець якого входить в канал матриці 3. На виході отримуємо готові паливні брикети

4. У конічній частині каналу матриці відбувається формування щільності брикету. Тиск досягає 1500-2100 кг/см².

На конічну поверхню втулки каналу матриці діють великі зусилля, внаслідок чого виникають сили опору у вигляді сил тертя. Для зменшення сил тертя канал матриці знаходиться в постійно нагрітому стані. Формування брикету і переміщення його по матричному каналу пов'язано зі тепловиділеннями. Брикети на виході з матриці мають температуру 80-90°C.

Температура нагріву матриці встановлюється для кожного режиму пресування, який залежить від виду сировини, крупності і вологості частинок, наявності кори та ін. Величина цієї температури знаходиться в межах 180-200°C. Тому зовнішня поверхня брикету набуває блискучого коричневого кольору. На поверхні утворюється захисний гідрофобний шар (поверхня обвуглена). Обвуглений шар є свого роду мастилом і сприяє легшому проштовхуванню брикету всередині матриці.

Під дією високого тиску і температури в камері пресування виділяються гази (випаровується частина відбувається виділення лігніну та ін.). Виділені гази видаляють за допомогою витяжки.

З матриці брикет виходить безперервною стрічкою і надходить на ділильний пристрій, де формується довжина брикету. Якщо в технології передбачене розпилювання та обрізка торців брикетів, то стрічка може мати довжину до 1200 мм.

Отримані брикети або стрічки складують для охолодження ряд через ряд на 2 години. Потім брикети розфасовують в окремі пакети вагою 6-8 кг і відправляють на склад (стрічки попередньо подаються до бензорізів, де їх розпилюють на мірні відрізки).

Плюси шнекового екструдера:

найвища продуктивність (весь процес виконується безперервно екструзійно);

в процесі пресування виділяється лігнін, який позитивно впливає на формування і якість брикетів.

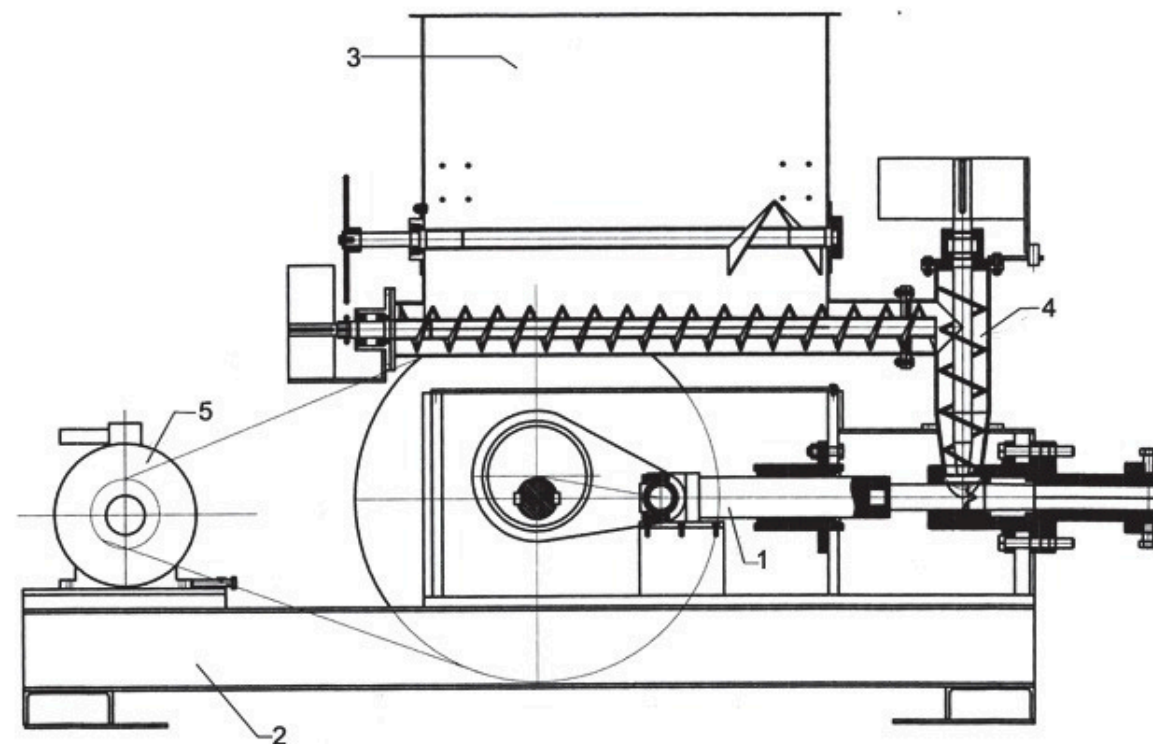
Мінуси:

прес вимагає тривалу підготовку до роботи (потрібно прогріти фільєру і перші брикети вибраковуються);

швидко зношуються вузли підвищеного тертя – шнек і фільєра;

через високі робочі температури (вище 120°C) необхідні для нормального пресування сировини відбуваються незворотні процеси, при яких знижується якість продукту (калорійність брикетів – нижче).

Ударно-механічний прес для виробництва паливних брикетів за принципом дії схожий на перфоратор. Кривошипно-шатунний механізми (колінвал, шатун поршень) передає із заданою частотою (близько 20 разів за секунду) поштовхи поршня. За допомогою ударів поршня продавлюються через фільєру попередньо завантажену в камеру тиску.



Конструкція ударно-механічного преса

(1 – вузол пресування; 2 – опорна рама; 3 – бункер-накопичувач; 4 – вертикальний шнек; 5 – головний двигун)

Прес має поздовжньо-горизонтальну компоновку і складається з наступних вузлів і механізмів (відповідно до креслення загального вигляду): суцільнозварна опорна рама 2, на якій встановлено вузол пресування 1. Над вузлом пресування закріплений бункер-накопичувач 3, з'єднаний з механізмом пресування за допомогою вертикального шнека 4. Двигун 5 обертає ексцентриковий вал з передається за допомогою клинопасової передачі від головного двигуна 5. Готовий брикет з преса потрапляє на лоток-охолоджувач.

Плюси:

брикети можна робити не тільки з тирси, а й з інших матеріалів: шліфувального і вугільного пилу, торфу, соломи, відходів ДДФ;

дозволяє виробляти брикети різного призначення – для приватного ринку і для промислових потреб;
простота механізму і здатність працювати тривалий час без участі людини – головні переваги ударно-механічного преса;
у агрегата висока продуктивність;

значення коефіцієнта використання устаткування становить 0,9.

Мінуси:

найвища ціна;

швидкий знос вузлів тертя кривошипа (на них діє відразу 2 сили: ударна сила і сила тертя).

Прес-гранулятор – це той самий добре відомий гранулятор комбікорму, в який засипають замість зерна – тирсу.

Нижче наведено перелік обладнання, необхідного для виробництва паливних брикетів у Бериславській громаді.

Найменування	Вартість в грн.
1.Ударний прес для брикетів "Ecopress"	499 500
2.Подрібнювач соломи ДР-1000	111 350
3.Шнековий транспортер ШТЗ-200	99 400
4. Циклон з підставкою	35 500
5. Пульт керування	47 250
Всього:	793 000

Техніко-економічне обґрунтування виробництва паливних брикетів

Виробництво та використання паливних брикетів з біомаси є важливим і перспективним сегментом розвитку біоенергетики в Україні з огляду на економічні, екологічні та соціальні переваги, які воно може забезпечити. Брикети виготовляються з місцевих джерел енергії, що є відновлюваним джерелом та не має шкідливого впливу на довкілля. Розглянемо детальніше декілька варіантів виробництва та використання паливних брикетів з біомаси:

Варіант 1: Комунальні підприємства в сільських місцевостях можуть зайнятися виробництвом брикетів з агро-біомаси та продавати їх місцевому населенню як альтернативу вугіллю для опалення. Це сприятиме зниженню енергетичних витрат мешканців та соціальних установ, таких як школи та лікарні.

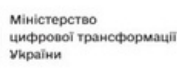
Варіант 2: Виробництво брикетів може організовуватися у формі енергетичного кооперативу сільських громад. Такий кооператив може використовувати місцеву біомасу для виробництва брикетів, які далі можуть використовуватися у самих громадян. Це дозволить забезпечити доступне екологічне паливо для мешканців сільських районів.

Варіант 3: Аграрні підприємства (агрофірма, агрохолдинг) виробляє брикети з власної сировини, забезпечуючи екологічно чисте та відновлюване джерело енергії для опалення та інших потреб. Це сприятиме зменшенню викидів

шкідливих речовин у повітря та покращенню екологічної ситуації в міських територіях.

Зосередимося на варіантах, що відносяться до комунальних підприємств. Реалізація цих проектів дозволить місцевим громадам забезпечити енергетичну незалежність, зменшити витрати на опалення та сприятиме створенню нових робочих місць у регіонах. Такий підхід також позитивно впливатиме на сталість екологічної ситуації в місцевих громадах та сприятиме зниженню викидів шкідливих речовин у довкілля.

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
	Підприємство	Енергокооператив	Агрохолдинг
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%



Далі розглянемо техніко-економічні показники типових проектів з використання паливних брикетів з біомаси:

Варіант А: населення споживає брикети з біомаси в існуючому котлі як заміник вугілля (вар. А1) або у новопридбаному побутовому твердопаливному котлі (вар. А2) потужністю до 50 кВт.

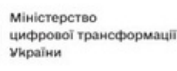
Варіант Б: магазин/готель або іншій подібний заклад споживає брикети з біомаси в існуючому котлі як заміник вугілля (вар. Б1) або у новопридбаному твердопаливному котлі (вар. Б2) потужністю 50-100 кВт.

Варіант В: використання паливних брикетів на промисловому або іншому підприємстві в існуючому котлі як заміник вугілля (вар. В1) або у новопридбаному твердопаливному котлі (вар. В2) потужністю 500-1000 кВт.

Порівняльне ТЕО зазначених варіантів споживання для випадку брикетів з соломи представлено в Таблиці 8.2.

Результати ТЕО показують, що всі варіанти є економічно доцільними з дисконтованим терміном окупності до 3 років для варіантів Б2 (новий котел 100 кВт), В2 (новий котел 1000 кВт) і до 5 років для варіанту А2 (новий котел 20 кВт). Всі варіанти використання брикетів в існуючих твердопаливних котлах замість вугілля призводять до вагомої економії коштів на придбанні палива.

Показники	Варіант А: населення, котел 20 кВт		Варіант Б: організація, котел 100 кВт		Варіант В: підприємство, котел 1000 кВт	
	A1	A2	Б1	Б2	В1	В2
	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
	по вугіллю	по вугіллю	по вугіллю	по природному газу	по вугіллю	по природному газу
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 Брикети з біомаси – вид твердого біопалива, який широко використовується в країнах, що розвиваються, і інтерес до якого давно існує і зростає в розвинутих країнах Європи і Північної Америки.

Виробництво та використання паливних брикетів з біомаси є ~~розвитком~~ перспективним сегментом біоенергетики в Україні з огляду на ті економічні, екологічні та соціальні вигоди, які він може дати. В першу чергу, необхідно нарощувати обсяги виробництва брикетів з біомаси сільськогосподарського походження з огляду на наявність в країні значного енергетичного потенціалу такої біомаси.

Переваги використання паливних брикетів з агробіомаси:

Відповідність вимогам котельного обладнання, екологічні показники при спалюванні, зокрема по емісії CO та твердих часток у порівнянні зі спалюванням дров.

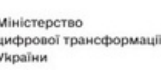
Можливість застосування в існуючих пічках, побутових (15-30 кВт) та невеликих твердопаливних котлах з завантаженням (до ~100-150 кВт). Брикети не потребують спеціалізованого обладнання на відміну від більш дорогих пелет (гранул) з біомаси.

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.

Відносно низька ціна. У брикетів ціна за одиницю енергії є порівняною з дровами при набагато кращих паливних характеристиках.

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.

Можуть виступати в ролі більш дешевого заміниника вугілля, особливо в тих регіонах, де вугілля є дорогим (4000 грн./т і більше). Вартість одиниці енергії в брикетах соломи/лушпиння соняшника може бути до 2 разів менше, ніж у вугіллі.

Брикети виготовляються з доступної місцевої біомаси, яка являє собою відновлюване джерело енергії і є CO₂-нейтральною. Запровадження бізнесу із виробництва і ~~продажу~~ **продажу** брикетів сприяє підвищенню незалежності регіонів, створенню нових робочих місць у сільській місцевості і розвитку місцевої економіки.

Результати ТЕО типових варіантів виробництва і споживання паливних брикетів з агробіомаси показують, що всі проекти є економічно доцільними з дисконтованим терміном окупності в межах 5 років.



📍 Громадська організація "БЕРИ і СЛАВ"

🌐 beryslavl.org.ua

f bery_i_slav@ukr.net

