

## ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ ЯК ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Функціонування аграрних екосистем вирішує такі завдання: забезпечення населення продуктами харчування, або продовольча задача; забезпечення власного виробництва, а також інших технологічних процесів та побутових потреб енергетичними ресурсами, або енергетична задача; утримання біологічного розмаїття форм життя й збереження навколишнього середовища, або екологічна задача. І хоча доступний енергетичний потенціал, наприклад продукції рослинництва, оцінений як досить значний, проте його використання знаходиться на рівні 2,1% для соломи та 0,2% для кукурудзи. Тому необхідно підвищити рівень використання доступної в якості енергоресурсів сировини сільськогосподарського походження, що в свою чергу призведе до зростання рівня енергетичної автономності агроекосистем та дозволить вирішувати енергетичну задачу із збереженням або підвищенням ефективності виробництва продукції.

З огляду на особливості сільськогосподарського виробництва та природнокліматичні фактори основним джерелом енергоресурсів у агро-екосистемах може бути біомаса. Для цього необхідне застосування сучасних технологій для конверсії біомаси сільськогосподарського походження в сучасні та зручні для споживання види енергоносіїв. З метою використання рослинних решток, це можуть бути як тюки соломи, так і брикети або пелети, виготовлені із соломи або іншої біомаси.

Проте при отриманні теплової енергії із біомаси сільськогосподарського походження загалом та соломи зернових, виникає ряд проблем. Зокрема, для підвищення ефективності вико-ристання сировини рослинницького походження в якості енергоносія необхідне узгодження конструкційних параметрів котлів із технологічними параметрами технологій збирання біомаси. Стосовно технологій прямого спалювання соломи на даний час відсутні засоби для спалювання подрібненої соломи в невеликих обсягах. Крім того, не вирішені проблеми рівномірності згоряння соломи в топці котла, що призводить до утворення надмірної кількості попелу та смол.

Одним із способів усунення вищезазначених недоліків може бути використання пелет чи брикетів. Такий вид твердого біопалива, яке може вироблятися з тирси, стружки, соломи та лушпиння. Технологічні особливості виробництва пелет та брикетів залежать від виду біомаси, з якої їх виготовляють. Проте основні етапи

виробництва є однаковими для всіх видів пелет чи брикетів (рис. 1).

### До них належать:

- заготівля, транспортування та зберігання біомаси, що буде використовуватися для виробництва пелет (брикетів);
- підготовка біомаси (подрібнення, сушіння);
- виготовлення пелет (брикетів): пресування подрібненої, висушеної біомаси за допомогою спеціальних грануляторів;
- сепарація та охолодження пелет;
- пакування пелет (брикетів);
- зберігання готової продукції.

Такий спосіб переробки біомаси є доречним коли паливо необхідно транспортувати на значну відстань. Коли ж джерело біомаси знаходиться недалеко



Рис. 1. Технологічний процес виготовлення пелет з соломи

(до 15 км) до місця, де є потреба в тепловій енергії, більш ефективним є пряме спалювання соломи.

Слід зазначити, що заготівля соломи найбільш ефективно здійснюється із застосуванням пресування в рулони або тюки. Фіксація форми рулонів сіткою полегшує їх транспортування та подальше використання для енергетичних потреб. Енергетична цінність соломи залежить передусім від її вологості, а також від хімічного складу, що залежить від типу соломи (зернові, ріпак, тритикале тощо) та умов вегетації рослин. Солома містить велику кількість хлору та азоту, тобто елементів, які в процесі спалювання можуть зумовлювати підвищену емісію оксидів азоту. Кремній та калій, що містяться в соломі, посилюють запалання нагару на колосниках топок котлів. Тому вологість соломи, призначеної для енергетичних цілей, має бути в межах 10-20%. Її енергетична цінність становить 14-15 ГДж/т. Слід зазначити, що перебування соломи на

полі після комбайнового збирання зумовлює зниження її вологості, а також сприяє вимиванню хлору та калію, що позитивно впливає на стан ґрунту.

При прямому спалюванні соломи чи іншої рослинної біомаси, у зоні горіння рослинної біомаси необхідно створити сприятливі умови для повного згоряння соломи без плавлення золи та підтримувати рівномірний процес виділення тепла. Таких умов можна досягти, застосувавши розроблені нами та вперше в Україні запатентовані котли із верхнім горінням (фото. 1), що мають дві робочі області: першу – утворення генераторного газу та другу – його горіння. У таких котлах можливо регулювати процес тепловиділення



**Фото 1.** Команда лабораторії «Біоенергетичних систем» після дослідження ефективності роботи одного із розроблених котлів КГВ-20 із верхнім горінням

завдяки зміні об'ємів повітря, що надходить до робочої області котла.

В котлі в першій зоні утворюється повітряний газ, що складається з оксиду вуглецю та азоту (теплота згоряння за нормальних умов становить 4436 кДж/м<sup>3</sup>), через взаємодію вуглецю з сухим повітрям, що подається нижньою секцією розпилювача повітря. Крім того, при подачі в котел повітря, що містить водяну пару, утворюється змішаний газ наступного складу: Н<sub>2</sub>, СО, СО<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>. Для підвищення ефективності роботи котла, за рахунок зменшення часу його роботи в перехідних режимах, необхідне використання автоматичної системи керування подачею повітря в топку котла, що складається із мікропроцесорного пристрою, датчика температури, встановленого в нагрівну порожнину котла та датчика вмісту СО в димових газах, встановленого в патрубок для видалення продуктів згорання.

В усталеному режимі роботи котла питомий вміст СО в димових газах при спалюванні біомаси досягає значень не більше 216 мг/м<sup>3</sup>, а коефіцієнт корисної дії становить більше 83%.

В котлах потужністю до 70 кВт використовується січка соломи, що завантажується через бокові дверцята. Котли більшої потужності завантажуються рулонами соломи через верхню частину котла, яка виконана

знімною. Тому для таких котлів необхідно передбачити використання вантажопідйомного обладнання для механізації завантаження рулонів (рис. 2)

Пропоновані котли для спалювання рослинної біомаси за рахунок використання удосконаленої конструкції розподільника повітря, яка дозволяє збільшити площу горіння палива із збереженням стабільної подачі повітря в зону утворення генераторного газу, а також забезпечити ефективне спалювання горючих газів за рахунок подачі додаткового повітря в камеру згорання котла, дозволяють до 19% підвищити віддачу тепла в порівнянні із прямим спалюванням соломи в котлах іншого типу.

Проведене техніко-економічне обґрунтування ефективності використання котлів із верхнім горінням дозволило встановити, що питомі витрати отримання тепла становлять для котлів, які працюють на рулонах соломи, RAU2-600M (теплова потужність 860 кВт) – 57,9 грн/ГДж та RAU2-331M (300 кВт) – 82,3 грн/ГДж, для котла, що працює на природному газі, КВГ-200 (200 кВт) – 130,0 грн/ГДж. Для котла із верхнім горінням, який працює на січці соломи, КВГ-20 (20 кВт) – 75,8 грн/ГДж, а для двох котлів із верхнім горінням КВГ-200, що працюють на рулонах, (200 кВт) – 51,5 грн/ГДж.

Таким чином ефективність пропонованих котлів із верхнім горінням на 61% вища, ніж у котлів, що працюють на природному газі (за рахунок використання дешевшого палива) та на 11% вище, ніж у традиційних котлів, що працюють на соломі (за рахунок підвищення ефективності спалювання палива).

**С. КУХАРЕЦЬ,**

*д-р техн. наук, професор,*

*ЖНАЕУ (м. Житомир);*

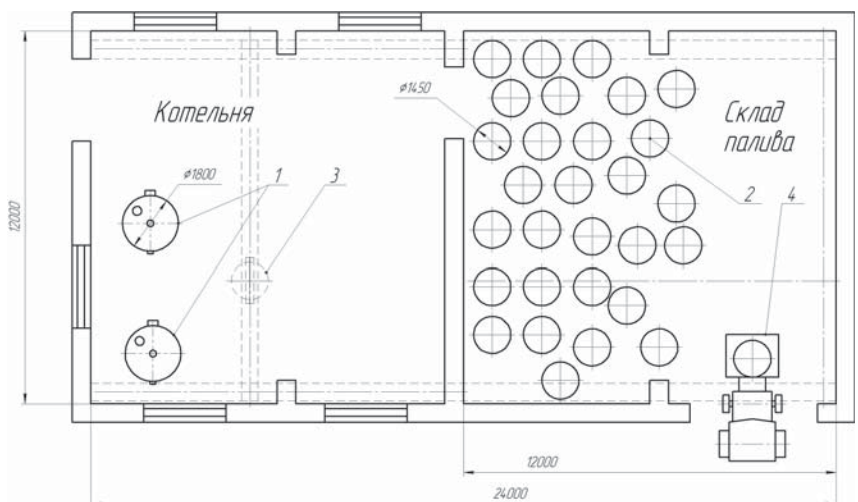
**Г. ГОЛУБ,**

*д-р техн. наук,*

*професор, НУБіП України (м. Київ);*

**О. ПЕРЕХОДЬКО,**

*інженер, ТРИВАД (м. Київ).*



**Рис. 2.** Схема котельні, що оснащена котлами КГВ 200 із верхнім горінням для спалювання соломи в рулонах:

1 – котел (200 кВт), 2 – рулон соломи; 3 – кран-балка (оснащена захватом для рулонів); 4 – транспортний засіб для переміщення рулонів соломи до складу палива.