

В. Роженко, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті розглянуто сучасне обладнання для використання твердої сільськогосподарської біомаси як джерела енергії.

Ключові слова: біомаса, солома, деревина, спалювання, процес горіння, технології, твердопаливні котли.

Суть проблеми. Тверде біопаливо відрізняється від традиційного тим, що воно за своєю сутністю практично нейтральне щодо зростання парникового ефекту. Адже рослини, які вирощуються для його виробництва, забирають вуглець з атмосфери і виділяють кисень. Тобто, споживаючи біопаливо, можна призупинити глобальні зміни клімату. Тому з енергетичної, економічної та екологічної точок зору виробництво енергії з біомаси є актуальним напрямком розвитку аграрної сфери.

Аналіз досліджень показує, що спалювання біомаси є найдревнішим та найпростішим способом отримання енергії. У багатьох випадках цей спосіб вважають найекономічнішим. У хімічному розумінні спалювання полягає в конверсії всіх органічних матеріалів на двоокис вуглецю та воду за наявності кисню (з атмосфери). Дуже велика неоднорідність хімічного складу та фізичних властивостей біомаси викликає певні труднощі як у процесі спалювання, так і емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу горіння [1].

Отже, спалювання соломи, деревини тощо через високий вміст вологи (до 60% від загальної маси), велику кількість попелу (до 10%), низьку щільність та значний вміст летких складових (до 70—80%) характеризується низькою питомою теплотою згоряння на одиницю маси, значними коливаннями фізико-хімічних властивостей, значною емісією токсичних елементів, обумовлює складності контролю швидкості горіння й забезпечення постійного дозування, потребу великої площі складування та проблеми з транспортуванням.

Процес спалювання потребує забезпечення доступу кисню (повітря), кількість якого залежить від маси та властивостей спалюваної сировини.

Подрібнення біомаси дозволяє поліпшити контакт кисню з паливними компонентами, що сприяє кращому спалюванню. Вологість спалюваної сировини знижує теплоту згоряння, впливаючи на теплоефективність процесу спалювання [1].

Виклад основного матеріалу. Твердопаливні котли вже впродовж багатьох років застосовуються для опалювання і постачання гарячою водою котеджів, особняків, невеликих промислових та адміністративних будівель.

Звичайно це будівлі, розташовані в негазифікованих районах і там, де є можливість використання дешевого місцевого палива і не вигідно купувати дороге дизельне паливо.

Одною з основних переваг більшості твердопаливних котлів є те, що з їх допомогою можна створити повністю автономну систему опалювання. Адже вони працюють без використання допоміжних джерел енергії і можуть експлуатуватися за відсутності електричної енергії.

Виходячи з особливостей технологій спалювання біомаси всі твердопаливні котли можна умовно розділити на такі групи:

1. Традиційні твердопаливні котли.
2. Твердопаливні котли з піролізним спалюванням деревини (газогенераторні котли).
3. Універсальні (багатопаливні) котли, які можуть працювати не тільки на твердому паливі, але й на газі, рідкому паливі та електроенергії.
4. Твердопаливні котли тривалого горіння

Традиційні твердопаливні котли

Звичайний твердопаливний котел (тверде паливо: вугілля, деревина, біобрикети, торф і т. п.), спалює паливо, внаслідок чого нагрівається теплоносії (вода), який використовується в системах опалення та нагріву води для технологічних потреб.

Твердопаливні котли з піролізним спалюванням деревини (газогенераторні котли)

На відміну від традиційних твердопаливних котлів, в піролізних (газогенераторних) котлах горить деревний газ, що виділяється з деревини під впливом високої температури. Під час такого спалювання не утворюється сажа і з'являється мінімальна кількість попелу. У газогенераторних котлах деревний газ, який виникає завдяки високій температурі в топці, проходить через спеціальну форсунку і згорає дуже чистим полум'ям жовтого або навіть майже білого кольору. Котли з піролізним спалюванням деревини (газогенераторні котли) мають ККД до 90 %.

Універсальні котли

Універсальні котли здатні спалювати не один, а два, три і навіть чотири види палива. Крім того, зі зміною ситуації на ринку енергоносіїв універсальні котли допоможуть власникам безболісно перейти, наприклад, з твердого на рідке паливо. Як правило, універсальні котли мають камеру спалювання для твердого палива, а також можливість установки навісних пальників для того, щоб можна було використовувати газ або дизельне паливо. Є котли універсальні, які мають вбудований електронагрівач для роботи системи опалювання від електроенергії.

Твердопаливні котли тривалого горіння

Твердопаливні котли тривалого горіння – це котли, в яких одного завантаження палива вистачає на горіння від 7 до 34 годин. У чому ж секрет такого котла. Річ у тому, що в конструкції твердопаливних котлів тривалого горіння застосовується особливий метод спалювання твердого палива. У таких котлах горіння проходить так: починає горіти верхній шар палива завтовшки 15-20 см. При цьому решта палива не загоряється. Таке горіння в котлі забезпечується за рахунок розподільника повітря, який подає повітря в певну зону топки котла і стимулює горіння певного шару палива. Потім розподільник зміщується нижче, і тоді спалюється наступний шар палива.

Ці котли можуть використовувати як паливо деревину, деревну тріску, брикети з деревної тирси, соломи і торф'яні брикети.

Аналізуючи традиційні моделі твердопаливних котлів, варто відзначити, що існують не тільки примітивні варіанти твердопаливних котлів з низьким ККД і повною відсутністю автоматики, але є і набагато прогресивніші моделі.

Котли малої потужності, в яких спалюються деревину, деревну тріску і гранули, забезпечують теплом системи опалення на відміну від печей, які забезпечують теплом тільки найближче приміщення.

Деревний котел може забезпечити теплом і гарячою водою всю будівлю (для якої він розрахований). У той же час, деревні котли більш екологічні. У процесі роботи вони викидають в атмосферу ту ж кількість вуглекислого газу, яку дерево поглинуло в процесі росту.

Деревні котли малої потужності завантажуються вручну.

За останніх 10 років великий прогрес досягнуто у вдосконаленні котлів для підвищення ефективності їхньої роботи. Поліпшення торкнулися конструкцій топкової камери, повітроподачі та автоматизації контролю процесу горіння. Це дозволило збільшити ККД котлів від 50% до 75-90%.

Автоматична підтримка температури теплоносія на виході з твердопаливного котла здійснюється так. На котлі встановлений датчик, який відстежує температуру теплоносія. Цей датчик механічно сполучений із заслінкою топки. У випадку, якщо температура теплоносія стає вище заданої, то датчик автоматично прикриває заслінку і процес горіння сповільнюється. Коли температура знижується, то заслінка автоматично відчиняється. Цей пристрій не вимагає під'єднання до електричної мережі.

Збільшення камери згорання котлів до 90дм³ і встановлення багатоточкової системи подачі повітря, з верхнім способом згорання, дозволяє продовжити функцію горіння в котлі до 20 годин і підвищити якість горіння. Використання на котлах електронних блоків керування процесом горіння і нагріву теплоносія сприяє плавному згоранню палива.



Рисунок 1 – Котел з автоматичним регулятором тяги і збільшеною камерою згорання фірми DEFRO

Результати розробки проблем енергетичного використання біомаси втілилися у створенні нового покоління піролізних опалювальних котлів з коефіцієнтами корисної дії у межах 80-89 %.

Конструкція котлів розрахована на спалювання деревини, використовуючи принцип генерування газу з використанням вентилятора тяги, котрий видаляє спалені гази з котла і подає в нього повітря. Корпус котла виконаний з металу товщиною 3-8 мм. Основними елементами котла є камера для палива, котра в нижній частині обладнана керамічними вставками з поздовжнім отвором, який забезпечує циркуляцію газів та диму. Камера додаткового згорання також обладнана керамічними вставками. В задній частині котла знаходиться димовий канал, котел обладнано люком для розпалювання.

Будова котла дозволяє спалювати великі шматки деревини. Велика камера згорання забезпечує тривалий час горіння. Використання димового термостата забезпечує автоматичне вимикання котла після спалювання палива. Зручне видалення попелу.

Розробка сучасних технологій підготовки біомаси до використання, систем автоматичного управління процесом спалювання, спеціальних матеріалів (керамічних) для камер згорання дозволяє підвищити ефективність використання котлів і дає можливість упроваджувати котли нового покоління.

Розвиток технологій та обладнання для виробництва біопаливних гранул започаткував створення нових типів котлів з повною механізацією процесу завантаження палива і автоматизацією контролю за процесом горіння.

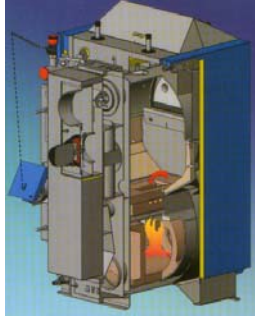


Рисунок 2 – Газогенераторний котел фірми ATMOS (Чехія)

Біопаливні гранули легко транспортувати, вони не набирають вологу, не гниють і не втрачають свої властивості під час зберігання, найбільш придатні до автоматизованого завантаження в енергетичну установку в процесі її роботи. Весь процес переміщення гранул від виробника до споживача здійснюється без застосування ручної праці.

В автоматизованому котлі для біомаси з бункером постійної подачі палива (рис. 3), використовується вугілля, біогранули, зерно, макуха рапсу, тріски деревини, деревина. Функцію дозатора і подачі палива виконує шнековий транспортер. Котел має дві камери згорання – верхня для спалювання біомаси зі спеціальним пальником (рис. 4), нижня камера для вугілля має роторний пальник з роторною подачею палива (рис. 5). Використання в котлі бункера постійної подачі палива, автоматичної системи розпалювання палива та автоматизованої подачі палива, а також автоматичного розширеного контролю процесу горіння – забезпечує стабільну ефективну роботу котла та просте його обслуговування. Теплопродуктивність котлів складає від 6 кВт до 50 кВт.



Рисунок 3 – Котел твердопаливний універсальний фірми DEFRO



Рисунок 4 – Пальник для спалювання біомаси із системою охолодження фірми DEFRO

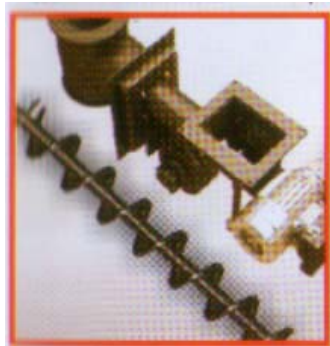


Рисунок 5 – Роторний пальник із системою подачі палива фірми DEFRO

Бункер котла необхідно заповнити біопаливом один, два рази в тиждень.

Використання гранульованого біопалива дало можливість розробити котли із самозавантажувальною системою і використанням біопалива в автоматизованому режимі протягом усього опалювального сезону без затрат ручної праці.

Весь запас гранул на опалювальний сезон зберігається в спеціальних складських приміщеннях (які знаходяться прямо в будівлях, або в прибудовах) (рис. 6).

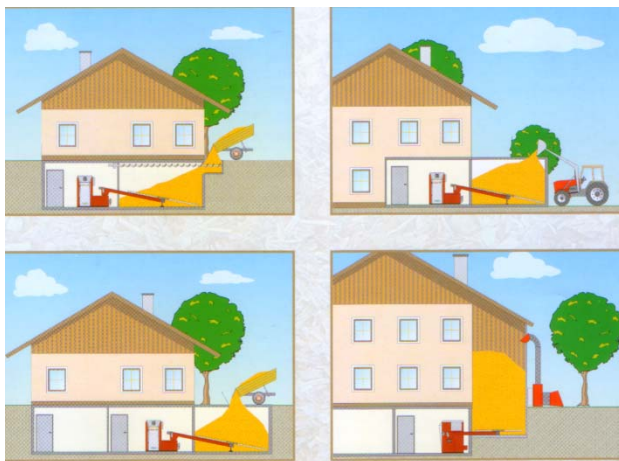


Рисунок 6 – Технологічна схема зберігання та автоматичного завантаження біопаливних гранул у котел

Завантажування гранул, залежно від способу складування і будови складу для гранул, може виконуватись так: шнековим транспортером; комбіновано (шнековим транспортером + пневмотранспортною системою); координатною пневмотранспортною системою.



Рисунок 7 – Самозавантажувальний котел для пелет та трісок фірми Hargassner

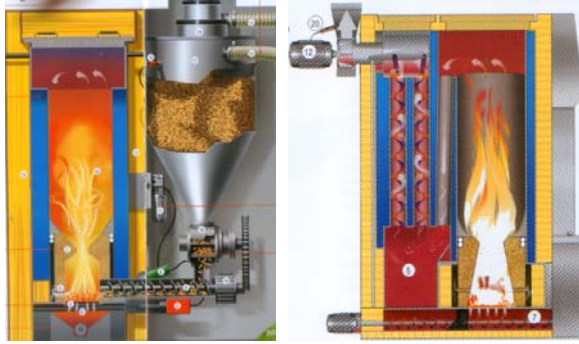


Рисунок 8 – Схема роботи та будова самозавантажувального котла фірми Hargassner

У конструкцію котла входять такі елементи:

1. Вогнетривка (шамотна) камера спалювання.
2. Рухомий під.
3. Двигун для приводу поду.
4. Потік вторинного повітря зі впускними клапанами.
5. Уловлювач летючого попелу.
6. Первинне повітря.
7. Транспортер для видалення попелу.
8. Автоматичний пристрій розпалу.
9. Транспортер подачі палива в точку.
10. Зона циркуляції полум'я – повітря.
11. Автоматичний пристрій очистки котла.
12. Витяжний вентилятор.
13. Ізоляція котла.
14. Пневмотурбіна.
15. Закрита аспіраційна система.
16. Датчик заповнення.
17. Циклонний накопичувач.
18. Дозувальний барабан.
19. Привід дозувального пристрою.
20. Лямбда-зонд.

Основною складовою системи автоматизації котла є лямбда-зонд з пристроєм розпізнавання якості палива за вихідними газами з котла, який регулює подачу кількості паливного матеріалу залежно від необхідної потужності та якості паливного матеріалу.

Система керування, за допомогою зовнішніх температурних датчиків, регулює продуктивність залежно від заданої температури в приміщенні.

Камера згорання виготовлена з вогнетривкого шамотного матеріалу.

Попіл видаляється автоматизовано. За допомогою спеціального шнека попіл транспортується в бак-накопичувач, при цьому він подрібнюється та ущільнюється. Бак-накопичувач має сигналізатор рівня накопичення і звільняється від попелу 1 – 3 рази за опалювальний сезон.

Діапазон котлів Hargassner дозволяє забезпечувати теплопродуктивність від 2,9 кВт до 109,0 кВт.

Для спалювання деревної маси у вигляді тирси та трісок, кори розміром 30 x 30 x 80 мм з максимальною вологістю 50% розроблено автоматичні комплекси спалювання біомаси. Комплекс складається з котла та системи подачі і попереднього спалювання біомаси.

У цій системі спалювання біомаси в основному відбувається за високої температури в попередній камері. Витримування високої температури забезпечують керамічні вставки в камері. Попередня камера дає можливість

спалювати вологу біомасу. Гази, які не згоріли в попередній камері спалювання, догорають у котлі.



Рисунок 9 – Система попереднього спалювання ТПГ (Україна)

Останнім часом в Україні все частіше говорять про можливості використання соломи як палива. На сьогоднішній день в Україні вже декілька фірм, таких як АТ «Бриг», ТД «Теплосфера», ТД «Крігер» освоїли технологію спалювання соломи і випуск для виконання цього технологічного процесу обладнання.

Після успішного впровадження першого котла на солімі фірми Passat Energi в Україні українська фірма «ЮТЕМ» придбала ліцензію на виробництво таких котлів в Україні та розпочала їх випуск.

В Україні випускаються соломоспалювальні котли тепловою потужністю від 150 до 600 кВт.

Котли для спалювання соломи зовнішнього виконання, ізольовані, готові до експлуатації, і не вимагають ніяких додаткових робіт з підготовки і будівлі споруд, окрім підготовки фундаменту, монтажу димаря і під'єднання до наявної тепломережі.



Рисунок 10 – Опалювальний котел для великих тюків соломи АТ «Бриг»



Рисунок 11 – Опалювальний котел для великих тюків соломи «ЮТЕМ»

Залежно від потужності, топка котла може бути пристосована для спалювання малих або великих тюків.



Рисунок 12 – Опалювальний котел фірми HERLT для малих тюків та деревини

Для спалювання соломи фірмами випускається широкий модельний ряд газогенераторних котлів потужністю від 89 кВт до 4 Мвт.

У комплекті з правильно підібраним водяним теплообмінником такі котли утворюють високоефективні економічні системи.

Так, наприклад, з використанням палива як високої, так і низької якості газогенераторні котли фірми HERLT у процесі експлуатації досягають максимально можливого ККД 92%.



Рисунок 13 – Газогенераторний котел фірми HERLT для великих тюків та деревини

Вибір опалювального котла

Алгоритм вибору потужності котла

Алгоритм підбору приблизно такий. Спочатку варто визначити тепловрати будівлі і, відповідно, необхідну потужність котла. Після цього, вибрати марку котла, а потім яке паливо раціональніше використовувати. Потім розглянути варіанти зі способом підготовки гарячої води (якщо вона потрібна).

Визначення необхідної потужності котла

Щоб підібрати котел необхідної потужності, який дозволить з мінімальними витратами енергоносіїв обігріти приміщення, слід врахувати таке. Орієнтовна потужність котла для добре утепленої будівлі зі стелями заввишки до 3 м визначається співвідношенням: 1 кВт потужності котла на 10 м² опалювальної площі. Крім того, якщо передбачається за допомогою котла ще і отримання гарячої води, то необхідну потужність збільшити ще на 0,20-0,50 кВт.

Висновки

Таким чином твердопаливні котли вже впродовж багатьох років застосовуються для опалювання і постачання гарячою водою котеджів, особняків, невеликих промислових і адміністративних будівель. Звичайно це будівлі, розташовані в негазифікованих районах і там, де є можливість використання дешевого місцевого палива і невігідно купувати дороге дизельне паливо.

Однією з основних переваг більшості твердопаливних котлів є те, що з їх допомогою можна створити повністю автономну систему опалювання. Адже вони працюють без використання допоміжних джерел енергії і можуть експлуатуватися за відсутності електричної енергії.

Основна особливість твердого біопалива порівняно з традиційними паливами та, що воно за своєю сутністю практично нейтральне щодо зростання парникового ефекту. Адже рослини, які використовуються для

виробництва біопалива, забирають вуглець з атмосфери і виділяють кисень. Тобто, споживаючи біопаливо, можна призупинити глобальні зміни клімату. Тому з енергетичної, економічної та екологічної точок зору виробництво енергії з біомаси є актуальним напрямком розвитку сільського господарства.

Література:

1. В. Дубровін, А. Рожковський, А. Гжибек, З. Посторек, П. Євич, Т.Амон, В. Криворучко. Біопалива (технології, машини і обладнання). Центр Технічної Інформації., Київ-2004 р.

2. Солома как альтернативное топливо. Общественная организация «Летавица», Донецк □ 2008.

3. Использование древесных отходов для теплоснабжения. Общественная организация «Летавица», Донецк □ 2008.

4. Протокол державних випробувань № 1058/103-01-08. Котел опалювальний водогрійний піролізний Р6-КОВП. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке □ 2008.

5. Протокол державних випробувань № 1026/104-01-08. Опалювальний котел «АТМОС» DS 70. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке □ 2008.

6. Протокол державних випробувань № 1024/95-01-08. Котел опалювальний RAU2-1210. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке □ 2007.

Анотація

В статье рассмотрено современное оборудование для использования твердой сельскохозяйственной биомассы как источника энергии.

Summary

The modern equipment for the use of solid agricultural biomass as an energy source is reviewed in the article.