

УДК 631.571

Д.В. Степанов, к.т.н., доц., С.Й. Ткаченко, д.т.н., проф.,

М.П. Шмоняк, інж., А.О. Юзюк, інж.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

Проведено експериментальне дослідження по спалюванню відходів деревини. Проаналізовані показники енергетичної та екологічної ефективності. Виявлено шляхи підвищення теплової потужності обладнання за умов забезпечення високої енергоефективності процесу.

Вступ

Україна має значні перспективи по виробництву та використанню деревини. До 2020 року є можливість використовувати до 12 млн. м³ деревини на рік для енергетичних потреб за рахунок: раціонального використання заготовленої деревини; створення енергетичних плантацій; підвищення щорічного приросту деревини [1]. Така кількість деревини за енергетичною цінністю відповідає 3 млрд. м³ природного газу. Деревина, на відміну від викопних непоновлюваних джерел енергії є СО₂ – збалансованим паливом. Оскільки при спалюванні деревини виділяється така ж кількість СО₂, яка була поглинена під час росту рослин.

Останнім часом значно зросла активність приватного бізнесу щодо виробництва пеллетів, брикетів, деревного вугілля та інших видів енергетичної деревини з метою імпортування. Таким чином, з відходів лісозаготівлі та лісопереробки є можливість отримувати якісну продукцію, яка має попит та конкурентна на світових ринках. Але через значні енерговитрати при виробництві та транспортуванні доцільно використовувати лише відходи з малою вологістю та зольністю.

В той же час кількість відходів деревини, що не використовуються, або утилізується без корисного ефекту (згниває або спалюється на лісосіках, викидається, вивозиться на смітники) складає до 70% від корисно використаних відходів [2, 3].

Таким чином, більш широке енергетичне використання деревинних відходів дозволить зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв та скоротити викиди парникових газів в атмосферу.

Метою дослідження є підвищення енергоефективності та ресурсозбереження при спалюванні відходів деревини за рахунок більш повного використання теплової енергії.

Результати досліджень

Експериментальні дослідження по спалюванню відходів деревини проведені на ВКП ТОВ "Техногаз". Теплогенерувальна система, що складається з водогрійного котла КВ – 1,5 БТ фірми "Ройек-Львів" з пальником ПВТ-3000 фірми "Новітні технології 2006", працювала на різних паливах – на деревинній тирсі різної вологості та пеллетах. Системи підключена до централізованої тепломережі великої потужності.

Орієнтовна нижча робоча теплота згорання пеллетів вологістю 8...10% складає 4180 ккал/кг або 17,5 МДж/кг, тирси вологістю 33% – 11,7 МДж/кг, тирси вологістю 44% – 9,3 МДж/кг, тирси вологістю 48% – 8,5 МДж/кг.

Під час експериментальних досліджень вимірювалась температура холодного повітря, відхідних газів за котлом та на виході з труби, води на вході і виході з котла, витрата мережної води і первинного повітря, проводився хімічний аналіз відхідних газів із визначенням вмісту CO_2 , CO , O_2 , NO_x . Результати, отримані при роботі теплогенерувальної системи наведені на рис. 1.

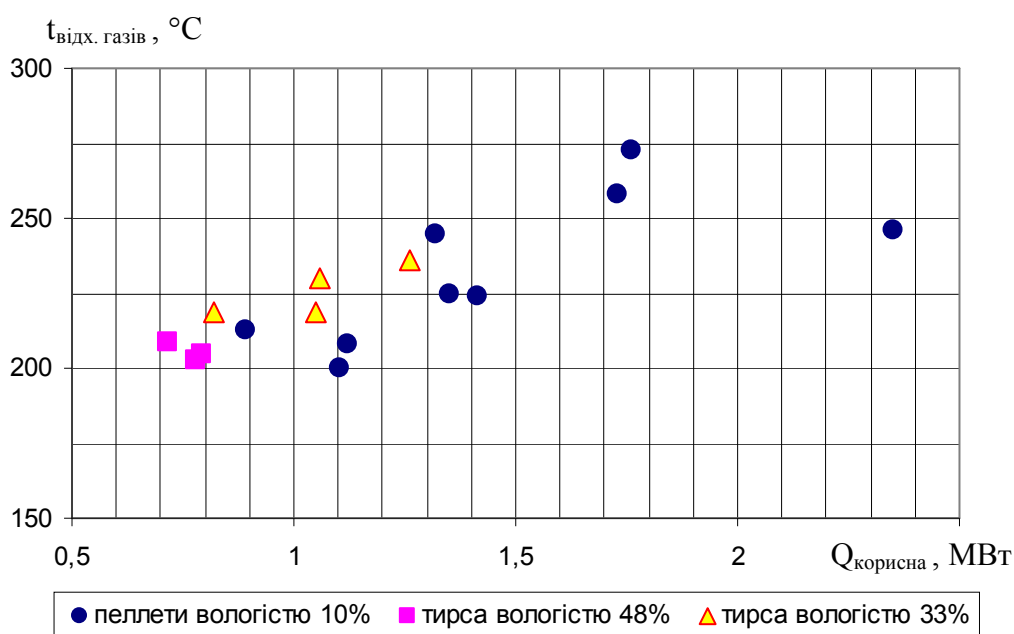


Рис. 1 – Результати експериментальних досліджень спалювання відходів деревини

Хімічний аналіз відхідних газів показав, що концентрації шкідливих речовин значно нижчі допустимих норм: $15 \dots 22 \text{ ppm NO}_x$; $\text{CO} - 900 \dots 6000 \text{ ppm}$.

При спалюванні тирси вологістю 48% теплова потужність системи обмежувалася на рівні $0,7 \dots 0,8 \text{ МВт}$, а для тирси вологістю 33% – на рівні $1,2 \dots 1,3 \text{ МВт}$. При збільшенні подавання палива і повітря значно зростає недопал і винос тирси з пальника. При спалюванні пеллет з відходів деревини можливо досягати набагато більших корисних теплових потужностей, але при цьому значно зростає температура газів на виході з котла. А це може призводити до втрати герметичності та руйнування елементів котла.

Виходячи із визначених конструктивних особливостей пальника та котла, вищенаведених початкових даних, використовуючи запатентований програмний продукт [4], виконані числові експерименти роботи теплогенерувальної системи на відходах деревини. Порівняння результатів числових та експериментальних досліджень показало, що розходження по температурі відхідних газів склало не більше $\pm 10^\circ\text{C}$.

За результатами числових експериментів отримані показники енергетичної ефективності теплогенерувальної системи (рис. 2).

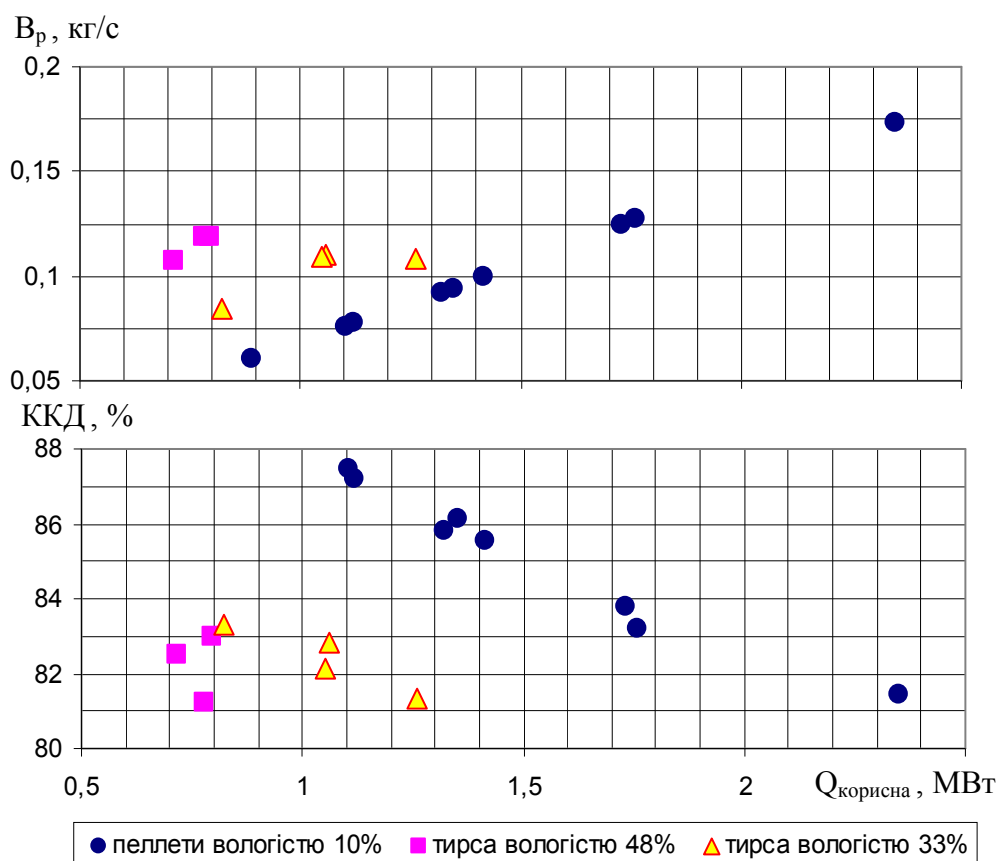


Рис. 2 – Розрахункові значення витрати палива та ККД системи

В процесі експлуатації системи виникла необхідність підвищення теплової потужності обладнання без зменшення його енергоефективності.

При спалюванні пеллет може бути досягнена заявлена теплова потужність пальника 3 МВт, відповідно корисна потужність котла складатиме 2,42 МВт. Але при цьому температура газів у вихідній частині котла сягатиме 310°C, що значно вище допустимого значення 230°C. За умов дотримання допустимої температури газів за котлом – 230°C теплова потужність пальника складе 1620 кВт, а корисна потужність котла – 1400 кВт.

При спалюванні тирси вологістю 40% температура за котлом 230°C досягається при потужності котла 1400 кВт і потужності пальника 1715 кВт.

Для підвищення потужності теплогенерувальної системи може бути застосовано два основні підходи: інтенсифікація тепломасообмінних процесів в елементах котла та пальника [5] або встановлення теплоутилізаторів.

Модернізація конструкції пальника або котла вимагає значних витрат, впливає на тягодуттєве обладнання, змінює температурні режими роботи елементів, умови очищення поверхонь тощо.

При спалюванні пеллет і за умов теплоізолюваної димової труби розрахункова потужність теплоутилізатора складатиме 140 кВт, а для неізолюваної труби – 50 кВт. При спалюванні тирси вологістю 40% відповідна потужність теплоутилізатора за умов теплоізолюваної труби складає 201 кВт, а неізолюваної – 85 кВт.

Більш ефективним є встановлення конденсаційного економайзера, але це вимагає використання системи очищення утвореного конденсату від золи, сажі, смол, а також теплоносія з температурою 20...30°C для охолодження газів [6].

Таким чином, спалювання відходів деревини можна забезпечувати з достатньо високим ККД, що складає 82...89% і за рахунок встановлення теплоутилізаторів ККД та корисну потужність установки можна підвищити на 5...8%.

Висновки

Україна має можливості по збільшенню енергетичного використання деревини і її відходів. Велике значення на даний час має впровадження технологій по спалюванню низькоякісних деревинних відходів з високою вологістю та зольністю.

Для виявлення ефективних методів спалювання відходів деревини проведені експериментальні дослідження. Виявлено, що при спалюванні тирси вологістю 33...48 % ККД теплогенерувальної системи складає 83...85%. Але при збільшенні вологості зменшується корисна потужність котла.

Для підвищення енергоефективності системи запропоновано використання теплоутилізатора, розрахункова потужність якого складає 85...201 кВт.

Література

1. Пристая А. Энергетическое использование в Украине древесины и ее отходов. Режим доступа: <http://bio.ukrbio.com/ru/articles/1893> .
2. Халатов А. А Сжигание и газификация альтернативных топлив/А. А. Халатов, И. И. Борисов, С. Г. Кобзарь //Промышленная теплотехника. – 2006. – Т.28. – №4. – С. 53–63.
3. Головков С.И. Энергетическое использование древесных отходов/ С. И. Головков, М.Ф.Коперин и др. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 224 с.
4. Степанов Д.В., Боднар Л.А. Комп'ютерна програма "Тепловий розрахунок водогрійного котла малої потужності". Свідоцтво на службовий твір № №44090 від 31.05.2010 р.
5. Степанов Д.В. Експериментальні дослідження інтенсивного теплообміну в жаротрубному водогрійному котлі/Д.В. Степанов, С.Й. Ткаченко, Л.А.Боднар//Вісник ВПІ. – 2008. – № 2. – С.44-48.
6. Степанов Д.В., Боднар Л.А. Методи запобігання конденсації смол в котлах малої потужності на нетрадиційних паливах // Енергетика та електрифікація. – 2010. – № 12. – С.23-26.