

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ПІРОЛІЗНИМ КОТЛОМ І ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ

Гуцул О.О., магістрант, Король С.В., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Піролізні котли [1] на сьогоднішньому ринку опалювального обладнання вже не новинка, вони відомі за своє тривале функціонування на єдиному завантаженні, яке в кілька разів перевищує час функціонування вугільних і дров'яних котлів. Піролізні котли значно ефективніші традиційних твердопаливних котлів. В основі цих котлів лежить технологія піролізного спалювання палива. Його суть полягає в тому, що під впливом підвищеної температури і в умовах браку кисню деревина починає розкладатися на твердий залишок і летючу частина - піролізний газ. Піроліз деревини відбувається при температурі, що знаходиться в межах від 250 - 750 градусів. Надалі змішування кисню з піролізним газом при значній температурі призводить до згорання останнього, та виділення теплової енергії.

До переваг такого котла також можна віднести можливість контролю та регулювання його роботи та потужності. Автоматика керує циркуляційними насосами, нагнітаючими вентиляторами, димососами, шнеком. Користувач може на пульті управління змінювати потужність в межах від 60 до 100% від номіналу або просто встановити бажану температуру в приміщенні. Саме за рахунок автоматизації та різних пристосувань, забезпечується неперервний процес горіння.

Одним з факторів, які впливають на ККД піролізного котла є режим роботи та тривалість безперервного горіння. Використання теплоаккумулятора та ряду пристосувань для автоматизації процесу генерування тепла (системи завантаження палива, регулювання тяги в котлі, перемикач водопостачання по «малому» та «великому» колу) дозволяє підвищити ефективність використання палива.

Мета роботи. Підвищення ефективності використання палива в системі обігріву і гарячого водопостачання житлового приміщення на основі піролізного котла за рахунок впровадження системи автоматизації.

Матеріали дослідження. Піролізний котел працює за принципом, який заснований на отриманні тепла при згорянні деревини. Це може бути тирса, дрова, гілки, поліна, паливні брикети тощо. За своєю конструкцією він відрізняється від звичайного твердопаливного газогенераторного котла.

Твердопаливні піролізні котли мають топку, яка поділяється на два відділення.

У камері для газифікування (також – камера завантаження) проходить термічний розклад палива в умовах нестачі кисню. Цей процес називається піролізом. При цьому виділяються піролізні гази, які надходять в камеру згорання (друге відділення топки). Вторинне повітря спрямовується туди ж і зводиться до мінімуму відвід тепла з першого відділення топки. Ці два відділення розділені колосником. На ньому знаходиться паливо (брикети або дрова). Первинне повітря рухається вниз і проходить через шар палива. Цим і

відрізняються котли піролізні твердопаливні від інших – принципом верхнього дуття. У таких топках аеродинамічний опір характеризується підвищеними значеннями. З цієї причини такі пристрої обладнуються пристроями для примусової тяги (димосос [2], нагнітаючий вентилятор). Подача повітря здійснюється завдяки нагнітаючого вентилятора. Піролізний газ в камері формується за допомогою витяжного вентилятора та направляється в камеру згоряння, де відбувається його змішування з повітрям. Головною перевагою таких систем вважається високий ККД. Як показує практика, піролізне горіння гарантує котлу коефіцієнт корисної дії, що знаходиться на рівні 60-90%.

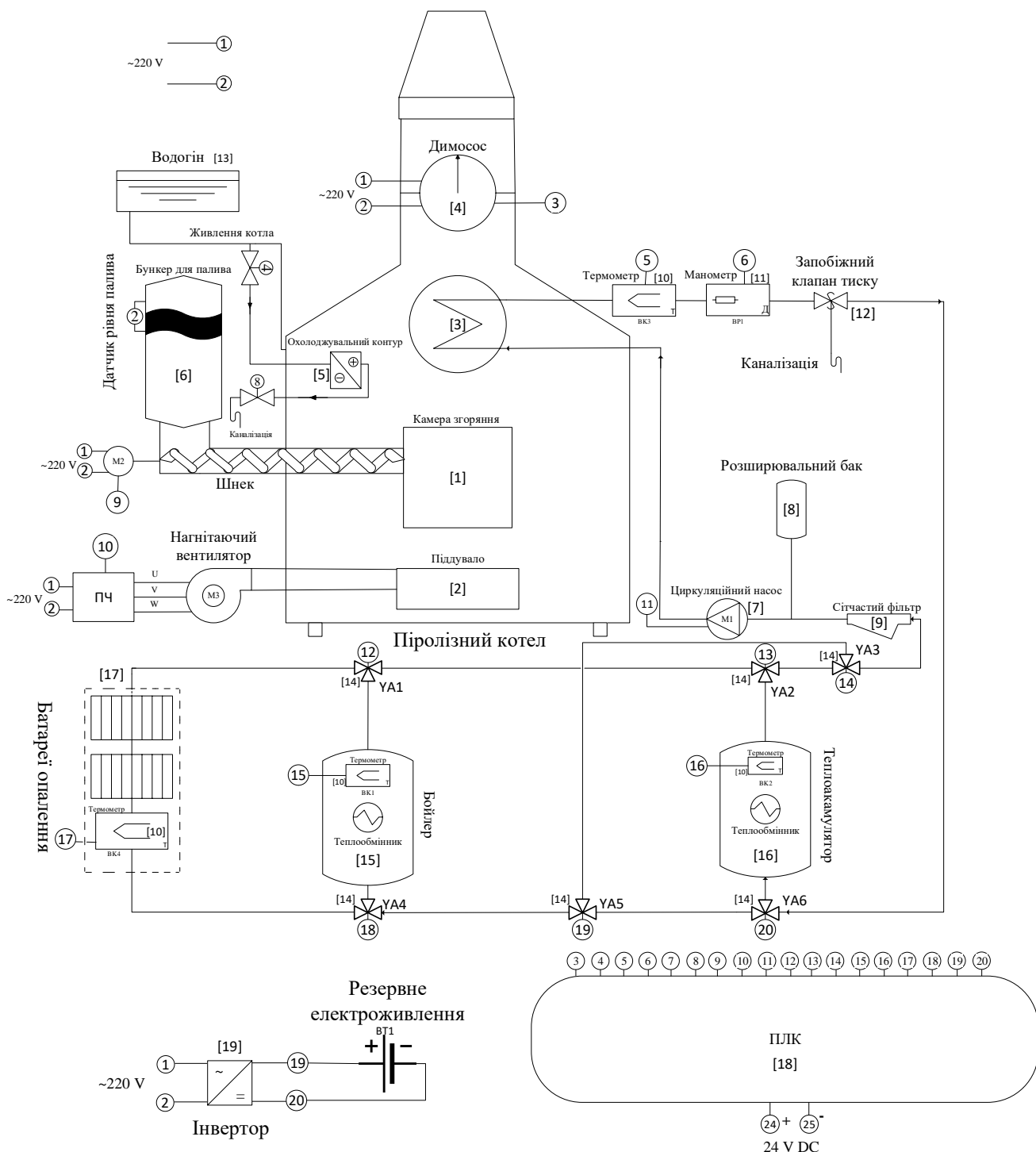


Рисунок 1 – Технологічна схема системи опалення з теплоаккумулятором

Опис компонентів схеми (рис. 1):

1) *Камера згоряння* – призначена для спалювання палива (пелети) для отримання тепла.

2) *Піддувало* – отвір через який нагнітаючий вентилятор вдуває повітря необхідне для ефективного процесу горіння.

3) *Теплообмінник* – водяний кожух, через який протікає вода для нагрівання.

4) *Димосос* – пристрій [2] необхідний для створення необхідної тяги в процесі горіння.

5) *Охолоджувальний контур* – окремий водяний кожух, не пов'язаний з системою опалення але щільно розташований до теплообмінника. Необхідний у випадку аварійних ситуацій, таких як перегрів котла, наприклад коли паливо в котлі ще залишилось, а електроенергія відключена, циркуляційний насос не функціонує (вода не циркулює) і котел гріє «сам себе», від цього стрімко піднімається температура. І щоб котел не закипів і не пошкодився, вода, яка знаходиться в охолоджувальному контурі (вже нагріта), скидається в каналізацію, а замість неї з системи водопостачання поступає холодна вода, яка зменшує температуру води в котлі і запобігає надмірному тиску і розриву котла.

6) *Бункер для палива та шнек* – система яка забезпечує автоматичне завантаження камери згоряння котла без участі людини (окрім завантаження бункеру).

7) *Циркуляційний насос* – насос [3] призначений для перекачування води в системі опалення. Покращує циркуляцію та тепловіддачу.

8) *Розширювальний бак* – захисний пристрій, необхідний у випадку збільшення тиску води в системі.

9) *Сітчастий фільтр* – захисний пристрій призначений для захисту елементів системи опалення (насосів, клапанів, кранів) від частинок які можуть завадити їхній роботі.

10) *Термометр* (термопара) – датчик необхідний для контролю температури води в системі опалення.

11) *Датчик тиску* (тензометр) – датчик необхідний для контролю тиску води в системі опалення.

12) *Запобіжний клапан тиску* – захисний клапан, необхідний у випадку коли тиск системи перевищує максимальний допустимий. Скидає воду в каналізацію.

13) *Водогін* – котел та система гарячого водопостачання підключена до системи холодного водопостачання для регулювання рівня води та для охолоджувального контуру.

14) *3-ходовий клапан з приводом* – пристрій [4] призначений для розподілу потоку води. Має вхід АВ, та два виходи А та В. Перемикання відбувається за допомогою приводу встановленого на клапан.

15) *Бойлер* – пристрій який складається з бочки в якій знаходиться вода, що нагрівається, та теплообмінника (змієвика) через який протікає гаряча з системи опалення.

16) *Теплоаккумулятор* – пристрій схожий будовою на бойлер описаний вище, але має більший об'єм (зазвичай 500 або 1000 літрів) та ізольований краще. Необхідний для ефективної роботи піролізних котлів.

17) *Батареї опалення* – теплообмінники розташовані в приміщенні, призначені для обігріву.

18) *ПЛК* – (програмований логічний контролер [5]) пристрій призначений для автоматичного управління робочими органами системи (клапанами, реле, двигунами).

19) *Інвертор* – пристрій призначений для автономного живлення системи опалення у випадку відсутності електропостачання під час аварій (погодних катаклізмів, ремонт системи електропостачання).

Алгоритм роботи системи автоматизації.

Запропонована система автоматизації забезпечуватиме 3 режими роботи котла:

1) Розпалювання котла – крани YA1, YA2, YA4 і YA6 закриті, обігрів по малому колу пришвидшує процес нагрівання всієї системи та економить паливо. Вентилятор та димосос ввімкнуті, паливо подається через шнек в ручному режимі.

2) Робочий режим – починається після того, як котел набрав робочу (задану температуру), насос M1 ввімкнутий, крани YA3 та YA5 закриті доки температура в будинку не досягне заданої. Після досягнення температури в будинку крани YA1, YA2, YA4 та YA6 відкриваються і тоді теплоносієм протікає через бойлер через акумулюючу ємність. Це потрібно для ефективної роботи піролізного котла. Адже ККД котла буде високим лише у випадку неперервної роботи.

3) Режим енергозберігання – цей режим актуальний в той момент коли вода в акумулюючій ємності нагрілась, і тоді подача повітря в котел зменшується і нагріта вода береться з теплоаккумулятора, а не з котла. Також ця ємність стане в нагоді в випадку коли паливо закінчилось і котел затух, адже запасів гарячої води з цієї ємності вистачить на певний час для опалення.

При вмиканні автоматичного режиму, якщо температура нижче 20°C, вмикається процес розпалювання котла. Під час якого вхідний та вихідний клапан ГВП котла закриті, тобто вода циркулює по «малому» колу для того щоб насамперед нагріти котел. Це потрібно для того щоб в котел не досягнув так званої точки «роси», тобто коли в котлі виступає конденсат, що погано впливає на довговічність котла. Також циркуляція по малому колу дозволяє швидко нагріти котел, а коли котел нагрітий, то система теж нагрівається швидше, порівняно з випадком якщо під час розпалювання буде вода буде циркулювати по всій системі повністю, і відповідно вода буде грітись довше.

Коли котел нагрівся до температури 50°C вхідний та вихідний крани ГВП відкриваються, і циркуляція теплоносія відбувається по великому колу, але в саму першу чергу відбувається циркуляція через батареї для обігріву будинку. Коли будинок обігрітий, відкриваються крани для нагріву води в бойлері та теплоаккумуляторі. Максимальна робоча температура системи складає 80°C. Бажану температуру в приміщенні та бойлері можна виставити на пульті

керування, система контролюватиме їхню температуру, так як в них встановлені електричні датчики температури.

Коли паливо в котлі закінчилось, гаряча вода береться з акумулюючої ємності, що забезпечить обігрів приміщення і гаряче водопостачання на певний час. Також акумулююча ємність потрібна для того, щоб котел працював на потужності з максимальним ККД. Тобто коли котел нагрів воду в системі опалення, і в бойлері його потужність не знижується, а він гріє воду в акумулюючій ємності. Після цього котел вмикається на потужність з максимальним ККД і працює поки в системі не накопичиться достатня кількість тепла.

Як показали дослідження [6] потреб в тепловій енергії, біля 1 місяця (ночі в найбільш холодні місяці) котел працює на потужності, яка вища ніж потужність де котел розвиває максимальний ККД, Всі інші 5 місяців котел працює з потужністю нижчою і через це ККД його знижується з 90 до 60 відсотків.

Висновки. Представлено технологічну схему системи автоматизації опалення і гарячого водопостачання на основі піролізного котла. Типова схема доповнена бойлером і акумулюючою ємністю. Це дозволить зменшити частоту вмикання котла, що забезпечить підвищення ефективності використання палива за рахунок збільшення часу роботи котла в номінальному режимі. Також може бути реалізовано режим обігріву і гарячого водопостачання без котла при закінченні палива або при низьких витратах тепла в осінньо-весняний період.

Перелік посилань

1. Піролізний котел URL : https://en.wikipedia.org/wiki/Jetstream_furnace (дата звернення: 20.11.2020).
2. Розрахунок вентилятора та димососу URL : https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fbteg/stepanov_kotelniustanov/p8-3.html (дата звернення: 13.04.2020).
3. Підбір циркуляційного насосу URL : <https://nasosvdom.com.ua/-/info/kak-podobrat-cirkulyacionnyj-nasos> (дата звернення: 21.11.2020).
4. 3-ходовий клапан URL : <https://ecohata.ua/zonalnyj-3-khodovoj-klapan-honeywell-vczmp6000u-1> (дата звернення: 21.11.2020).
5. Datasheets ПЛК URL : https://www.mege.ru/catalog/logo_basic_c_klaviaturoy_i_displeem/6ed10521fb080ba0/ (дата звернення: 24.11.2020).
6. Дослідження ККД піролізного котла URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23544374> (дата звернення: 26.11.2020).