

## УДК 621.182-5

Кучерук В.Ю., Дудатьєв І.А. (Україна, Вінниця)

**ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТЕПЛОПОСТАЧАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

Промисловість – основний споживач палива, більша частина якого спалюється в котельних установках. Проблема раціонального використання енергоресурсів в Україні тісно пов'язана з надійною та економічною роботою цих установок. ККД котлів найчастіше не досягає максимально можливих значень. Головні причини – низька якість технічного обслуговування та ремонту, повільне впровадження організаційно-технічних заходів, що забезпечують зниження витрат палива на виробіток теплоенергії.

Котельні установки (КУ) споживають близько 60% електроенергії власних потреб котельних. При діючій технології керування КУ кількість повітря визначається значенням розрідження в топці та тиском повітря на пальниках. Регулювання цих параметрів здійснюється за допомогою засувок, тобто збільшенням аеродинамічного опору газоповітряного тракту при роботі двигунів вентилятора та димососа на повну потужність. Це приводить до перевитрат електроенергії.

В існуючих системах автоматичного керування, регулювання співвідношення «паливо-повітря» здійснюється за такими параметрами як: тиск (витрати) палива та тиск повітря на пальниках, при цьому графіком регулювання є пряма (фактично залежність співвідношення «паливо-повітря» при цих параметрах ніколи не є прямою) (рис. 1). В цих системах не здійснюється коригування за вмістом кисню у відхідних газах.

Тому регулювання їх режимних параметрів суттєво впливає на потужність і економічність роботи котельних установок. Використання частотних регуляторів (ЧР) дозволяє вирішувати задачу узгодження режимних параметрів і енергоспоживання КУ із змінюваним характером навантаження котлів. При діючій технології кількість повітря визначається значенням розрідження в топці та тиском повітря на пальниках. Регулювання цих параметрів здійснюється за допомогою засувок, тобто збільшенням аеродинамічного опору газоповітряного тракту при роботі двигунів вентилятора та димососа на повну потужність. Це приводить до перевитрат електроенергії.

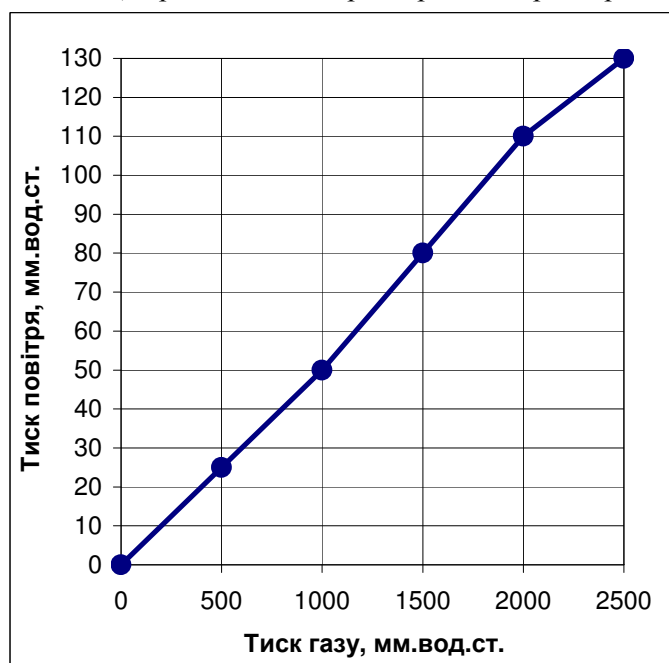


Рисунок 1 – Співвідношення «паливо-повітря»

Гострота проблеми економії енергії призвела до того, що ЧР грає усе більш зростаючу роль в енергетичному балансі, а динаміка співвідношення вартості ЧР і тарифи на електроенергію розширює економічну межу їхнього застосування. Використання ЧР для КУ дозволяє витримати потрібне

співвідношення «пальне-повітря» з високою точністю і автоматизувати розпалювання горілок, скоротивши час до мінімально необхідного, при цьому зменшуються також витрати газу та викиди двоокису вуглецю в атмосферу.

Для підтримки оптимального співвідношення «пальне-повітря», з одного боку потрібно в залежності від кількості пального, що поступає, подати необхідну кількість повітря в топку котла, а з другого - із заданою інтенсивністю видаляти з неї продукти згорання. Додатково система керування КУ повинна виконувати ряд допоміжних функцій. Потрібно забезпечувати режим вентиляції котла, підтримувати заданий режим в момент розпалювання, мати можливість керування додатковими апаратами, що виключають вплив дестабілізуючих факторів на режим розпалювання і горіння (особливо це важливо при малій продуктивності котла), а також роботу при нештатних ситуаціях. Не менш важливим є легкість і наочність настройки і перенастройки системи керування КУ і перехід із ручного режиму керування в автоматичний та навпаки.

Основним видом роботи системи керування КУ є автоматичний. Цей вид роботи характеризується автоматичними переходами із одного режиму в інший, в залежності від сигналів, що поступають від сенсорів. Так, режим вентиляції топки котла в перший момент запуску, переходить в режим розпалювання при поступанні дозволяючого сигналу і при збільшенні кількості палива, що поступає в топку, плавно в безпосередньо автоматичний режим, при якому у всьому діапазоні продуктивності котла підтримується потрібне співвідношення «пальне-повітря».

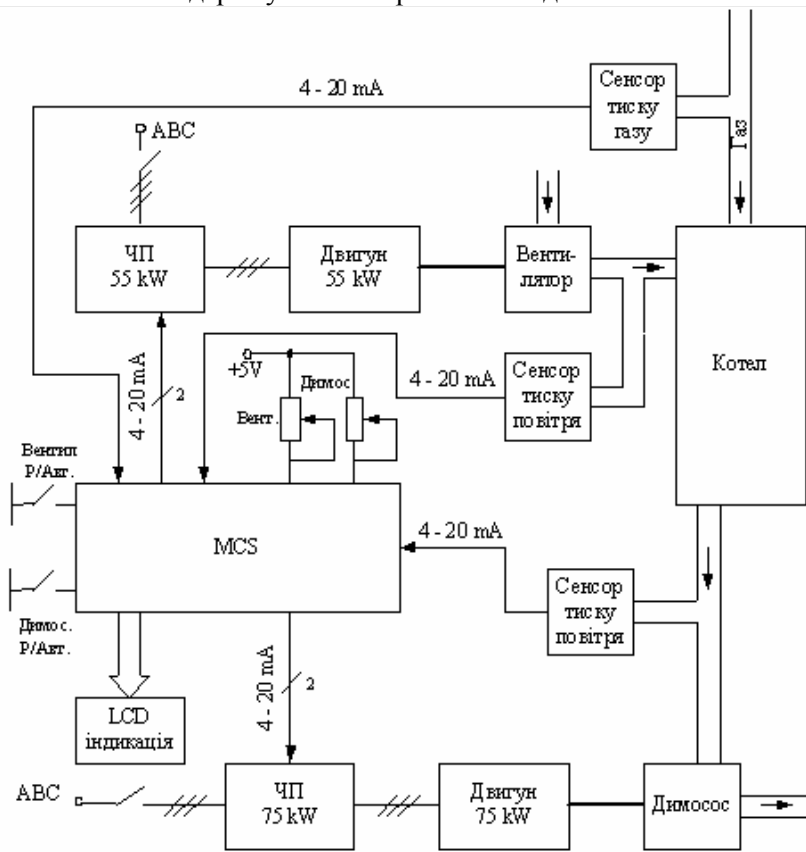


Рисунок 2 – Функціональна схема системи регулювання КУ

У випадку виникнення аварійних ситуацій, при яких автоматика безпеки видає команду на відсічку котла, система керування КУ переводить котлоагрегат в режим вентиляції.

При налагодженні системи керування передбачений її ручний режим роботи з безпосереднім керуванням швидкістю обертання двигунів.

Структурно система керування КУ складається із двох підсистем. Підсистема керування вентилятором повинна підтримувати задане співвідношення між кількістю палива і повітря у всьому діапазоні зміни подачі палива, яке визначається згідно режимної карти роботи котла. Необхідні дані отримують при теплотехнічній налагодці котлоагрегату, і вони є вихідними для налагодженні системи керування. Для підсистеми керування співвідношенням «паливо-повітря», спосіб зміни кількості палива, тобто прямий чи непрямий, не має великого значення. Хоча при прямому вимірюванні

кількості поданого в топку палива, що здійснюється за допомогою витратомірного вузлу, є більш точним, із-за простоти реалізації частіше використовується непрямий метод вимірювання.

Як правило, підсистема керування димососом повинна підтримувати задану величину розрідження в топці котла незалежно від продуктивності котла. Подача палива в топку котла для збереження балансу між підводом тепла і відводом його теплоносієм, виконує існуюча система керування продуктивністю котла, регулюючи подачу палива. Із його збільшенням, за заданою характеристикою співвідношення, збільшується подача повітря в топку котла, і ЧР димососу повинен збільшувати об'єм продуктів згорання.

Система керування КУ може працювати в наступних режимах: режим вентиляції котла; режим розпалювання; робочий режим; відроблення нештатних ситуацій (аварійний режим). Крім того, вимірюються розрідження, вміст кисню та витрати газу в котлі. Мікроконт-ролер опитує сенсори та реалізовує ПІД-закон регулювання частоти обертання електродвигунів. Функціональна схема системи регулювання приводами змінної швидкості наведена на рис. 2. В таблиці 1 наведені режими роботи контролера системи керування КУ.

Використання ЧР також дозволяє: скоротити витрати електроенергії за рахунок регулювання продуктивності насосних установок зміною частоти обертання; підвищити надійність роботи устаткування, запобігання аварій на трубопроводах і скоротити витрати на ремонти й обслуговування за рахунок виключення динамічних впливів; зменшити зношення підшипників електродвигуна і насоса (велику частину часу агрегат працює на зниженій частоті обертання).

Особливістю цього проекту є використання ЧР обертання двигунів (димососу та вентилятора), що дає значну економію електричної енергії, та використання сенсору вмісту кисню, що дає можливість зробити процес регулювання паливо-повітря практично ідеальним.

В таблиці 2 та на рис. 3-6 наведено результати експериментальних досліджень розробленої системи керування КУ.

Таблиця 1

#### Режими роботи контролера

Назва режиму	Вентилятор	Димосос
<u>Вентиляція</u>	Автоматичний – підтримка частоти обертання 10 Гц	Автоматичний – підтримка розрідження -3.3 мм.вод.ст.
<u>Розпалювання</u>	Ручний – регулювання частоти обертання за допомогою ручки потенціометра	Автоматичний – підтримка розрідження -3.3 мм.вод.ст.
<u>Робочий-автоматичний</u>	Автоматичний – підтримка тиску повітря за режимною картою роботи котла	Автоматичний – підтримка розрідження -3.3 мм.вод.ст.
<u>Робочий-ручний</u>	Ручний – регулювання частоти обертання за допомогою ручки потенціометра	Ручний – регулювання частоти обертання за допомогою ручки потенціометра
<u>Аварійний</u>	Автоматичний – підтримка частоти обертання 10 Гц	Автоматичний – підтримка розрідження -3.3 мм.вод.ст.
<u>Параметри</u>	Попередній режим	Попередній режим

## Результати вимірювання споживаної електроенергії

Продуктивність котла, Гкал	18	25	31	35
Вид регулювання	Споживана електроенергія, кВт/год			
<b>Регулювання шиберами</b>	63	72	90	130
Частотне регулювання	13	31	66	108
Економія електроенергії, кВт/год	50	41	24	22
Фактичний процент економії електроенергії, %	79.3	56.9	26.7	16.9
Сумарна встановлена потужність димососу та вентилятора, кВт	165	165	165	165
Процент економії електроенергії відносно встановленої потужності двигунів, %	92.1	81.2	60.0	34.5

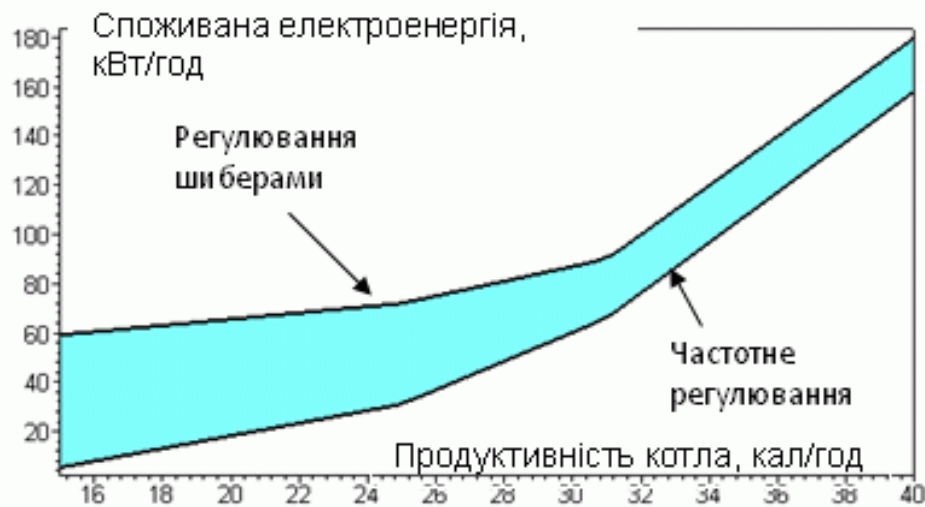


Рисунок 3 – Залежність споживаної електроенергії при різних режимах регулювання від продуктивності котла

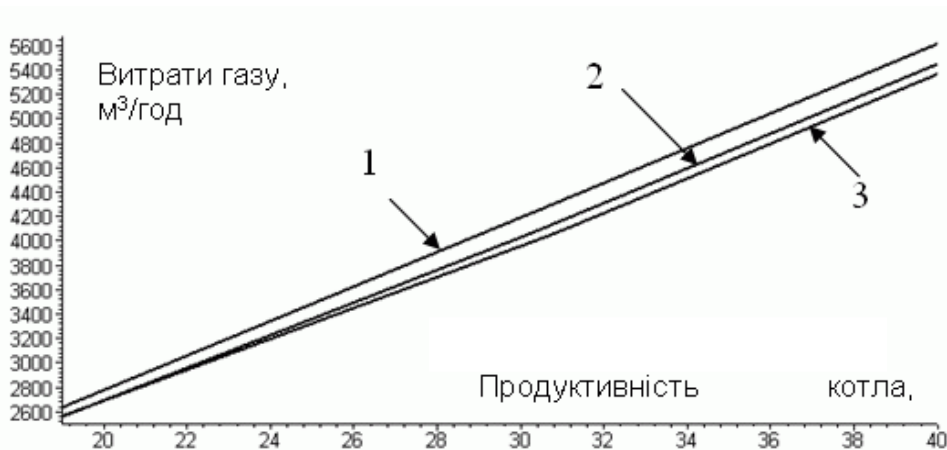


Рисунок 4 – Залежність витрат газу від продуктивності при роботі: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором «Testo» без системи автоматичного керування; 3 – з системою автоматичного керування

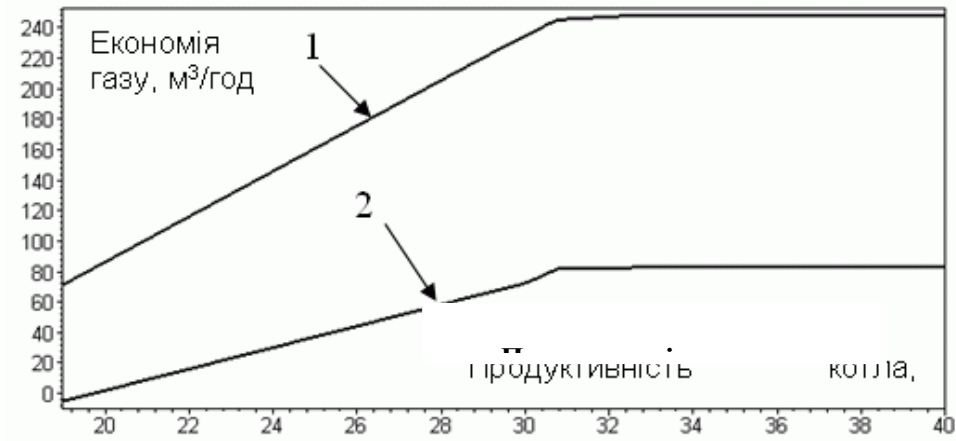


Рисунок 5 – Залежність економії газу від продуктивності при використанні системи керування відносно роботи котла: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором “Testo” без системи автоматичного керування

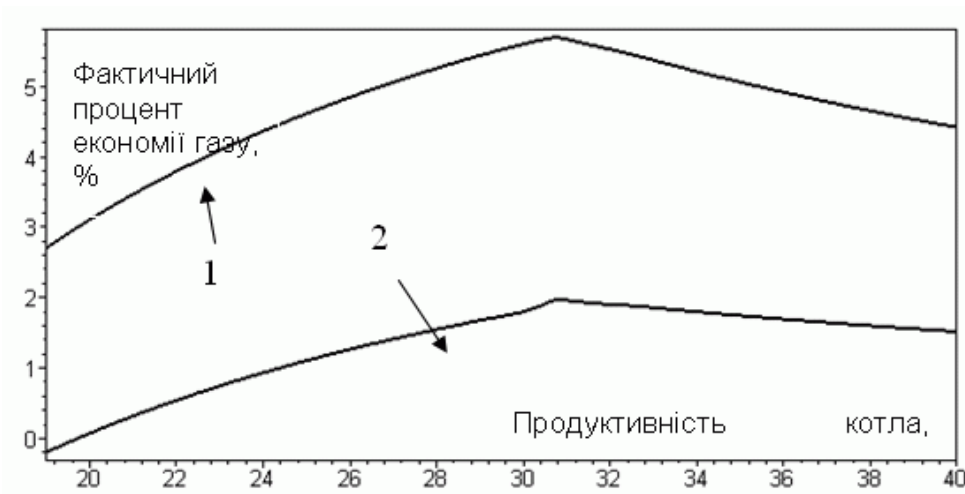


Рисунок 6 – Залежність фактичного проценту економії газу від продуктивності при використанні системи керування відносно роботи котла: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором “Testo” без системи автоматичного керування