

В.О.Поджаренко, В.Ю.Кучерук,
Вінницький державний технічний університет,
Б.Л.Барк, В.М.Мосійчук,
Обласне підприємство "Вінницятеплокомуненерго"

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРИВОДІВ ЗМІННОЇ ШВИДКОСТІ НА ОБЛАСНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ "ВІННИЦЯТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО"

Обласне підприємство "Вінницятеплокомуненерго" - теплопостачальна організація м. Вінниці, яка експлуатує: 50 котельних, в яких встановлено 138 котлів; 63 теплових пунктів; 179 км теплових мереж в 2-х трубному обчисленні.

З 1995 р. на підприємстві ведеться інтенсивний пошук, вивчення та впровадження нової вітчизняної та закордонної техніки енергозберігаючих технологій.

Джерелом фінансування є надходження коштів із інноваційного фонду та амортизаційні відрахування на капітальний ремонт.

В 1998-2000 роках підприємство "Вінницятеплокомуненерго" разом з учбово-науковим центром «Паллада» розробило проект «Впровадження мікроконтролерної системи оптимізації спалювання палива». Проект включає в себе реалізацію енергозберігаючих мікроконтролерних систем регулювання на базі електроприводів змінної швидкості компанії Schneider Electric, підвищенню якості та зниженню вартості послуг по теплопостачанню. Вартість проекту склала приблизно 60 000 \$.

Робота системи регулювання базується на наступних принципах [1]. Основним показником ефективності роботи котла є співвідношення між кількістю палива та кількістю повітря (близько до 1:10), яке визначається режимною картою котла. Кількість палива залежить від навантаження котла згідно температурного графіка.

При діючій технології кількість повітря визначається значенням розрідження в топці та тиском повітря на пальниках. Регулювання цих параметрів здійснюється за допомогою засувки, тобто збільшенням аеродинамічного опору газоповітряного тракту при роботі двигунів вентилятора та димососу на певну потужність. Це приводить до перевитрат електроенергії.

При існуючих системах автоматичного керування, регулювання співвідношення «паливо-повітря» здійснюється по таких параметрах 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). В цих

системах не здійснюється коригування по вмісту кисню у відхідних газах.

Особливістю цього проекту є використання регуляторів частоти обертання двигунів (димососу та вентилятора) «ALTIVAR 66», що дає значну економію електричної енергії, та використання сенсору вмісту кисню, що дає можливість зробити процес регулювання паливо-повітря практично ідеальним.

Система встановлена на водогрійному котлі КВГМ-50. Вона призначена для:

1. Регулювання розрідження в топці котла в режимах вентиляції, розпалювання та робочому режимі за допомогою автоматичної зміни частоти обертання двигуна димососу.

2. Регулювання тиску повітря в топці котла:

- в режимі вентиляції - за допомогою автоматичної зміни частоти обертання двигуна вентилятора;
- в режимі розпалювання - за допомогою ручної зміни частоти обертання двигуна вентилятора;
- в робочому режимі - за допомогою автоматичної або ручної зміни частоти обертання двигуна вентилятора.

Система незалежно від навантаження на котлі підтримує такі значення параметрів:

- в режимі вентиляції: розрідження - 5 мм.вод.ст.; тиск повітря - 30 мм.вод.ст.;
- в режимі розпалювання: розрідження - 1.5 мм.вод.ст.; тиск повітря - ручне регулювання;
- в робочому режимі: розрідження - 3 мм.вод.ст.; тиск повітря - автоматичне або ручне згідно режимної карти роботи котла; вміст кисню - 3.4%.

При переході з режиму розпалювання в робочий режим система встановлює задане значення розрідження в котлі, а потім через 1 хвилину - тиск повітря згідно режимної карти роботи котла. Коригування вмісту кисню здійснюється автоматично кожну 1 хвилину шляхом ступінчастої зміни величини тиску повітря ($\Delta = \pm 2$ мм.вод.ст.).

3. Постійного контролю параметрів двигунів димососу і вентилятора з метою підвищення їх надійності.

Функціональні можливості системи:

- Оптимізація та контроль процесу розгону електродвигунів, та постійний контроль за роботою значно підвищує ресурс двигунів;
- Автоматична підтримка оптимальних значень розрідження в режимі вентиляції, розпалювання та в робочому режимі;
- Автоматична підтримка співвідношення паливо-повітря згідно режимної карти за допомогою ПІД-закону регулювання (на

відміну від інших систем по графікам паливо-повітря любой форми);

- Щохвилине коригування процесу спалювання палива за допомогою сенсора вмісту кисню;
- Повне відображення параметрів горіння, стану системи та двигунів на операторській панелі.

Результати випробувань системи

Економія електроенергії:

Результати вимірювання споживаної електроенергії наведені в таблиці і на рис. 1-3.

Таблиця. Результати вимірювання споживаної електроенергії

Продуктивність котла, Гкал	18	25	31	35
<i>Вид регулювання</i>	<i>Споживана електроенергія, кВт/год</i>			
Регулювання шиберами	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 вентиляторів, кВт	165	165	165	165
Процент економії електроенергії відносно встановленої потужності двигунів, %	92.1	81.2	60.0	34.5

Економія газового палива:

Результати вимірювань параметрів роботи котла наведені на рис. 4-9.

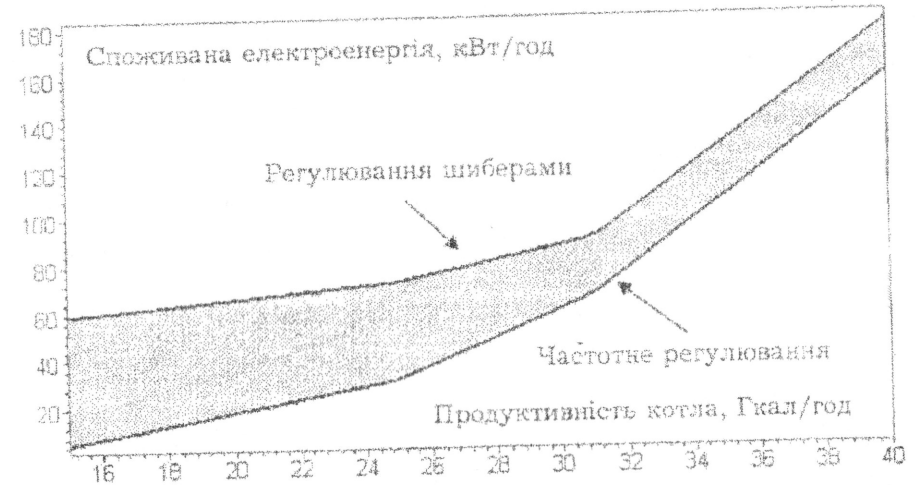


Рис. 1. Залежність споживаної електроенергії при різних режимах регулювання від продуктивності котла



Рис. 2. Залежність зекономленої електроенергії від продуктивності котла



Рис. 3. Залежність фактичного проценту економії електроенергії від продуктивності котла

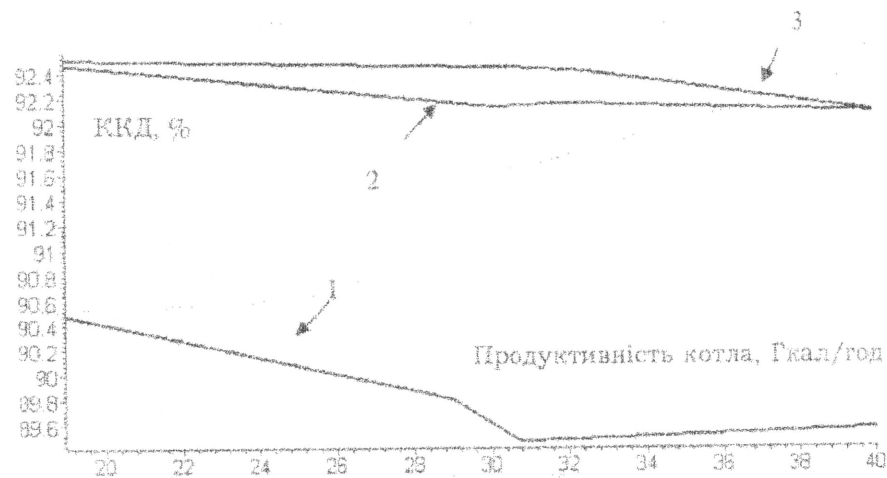


Рис. 4. Залежність ККД котла від продуктивності при роботі: 1 - з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 - з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування; 3 - з системою автоматичного керування

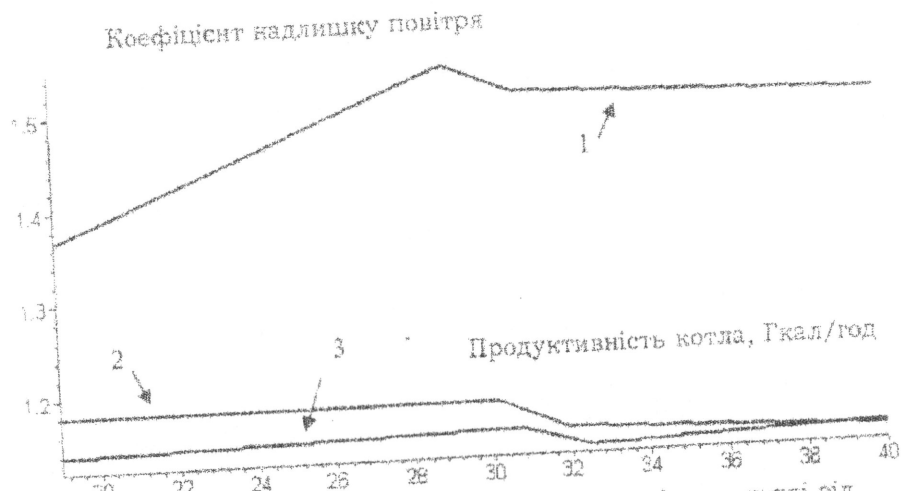


Рис. 5. Залежність коефіцієнту надлишку повітря в котлі від продуктивності при роботі: 1 - з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 - з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування; 3 - з системою автоматичного керування

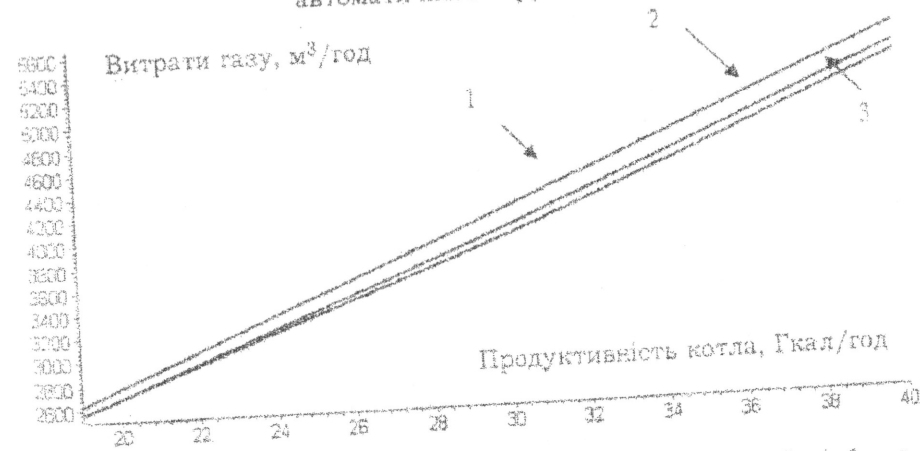


Рис. 6. Залежність витрат газу від продуктивності при роботі: 1 - з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 - з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування; 3 - з системою автоматичного керування

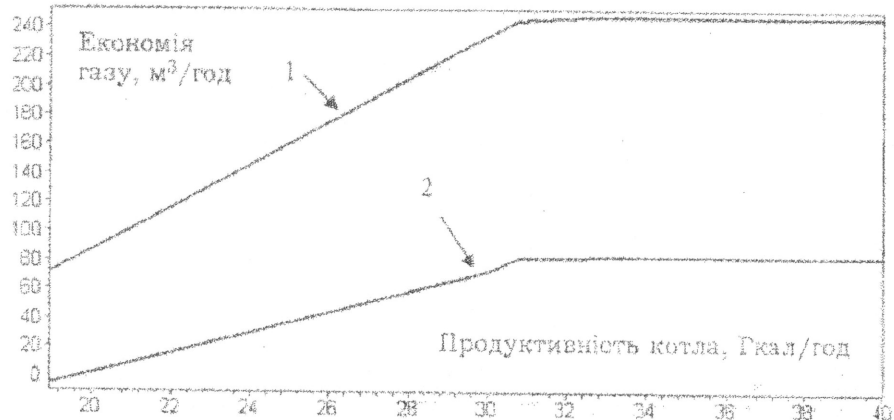


Рис. 7. Залежність економії газу від продуктивності при використанні системи керування відносно роботи котла: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування.

Фактичний процент економії газу, %

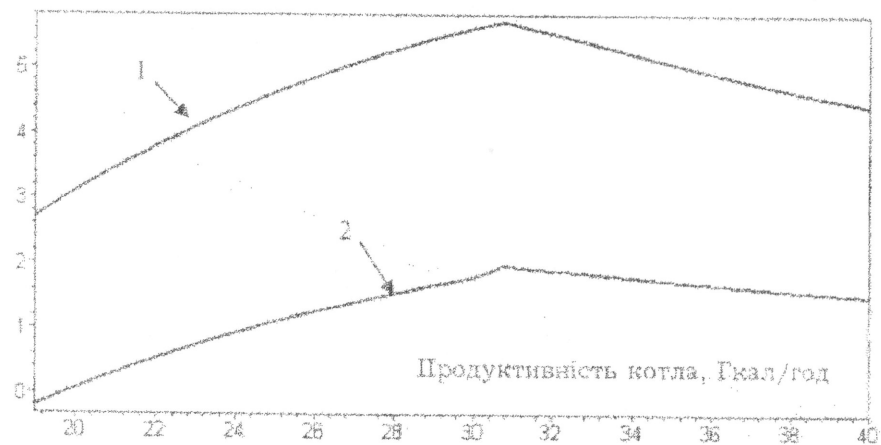


Рис. 8. Залежність фактичного проценту економії газу від продуктивності при використанні системи керування відносно роботи котла: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з коригуванням параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування.

Пит. витрати ум. палива на Гкал

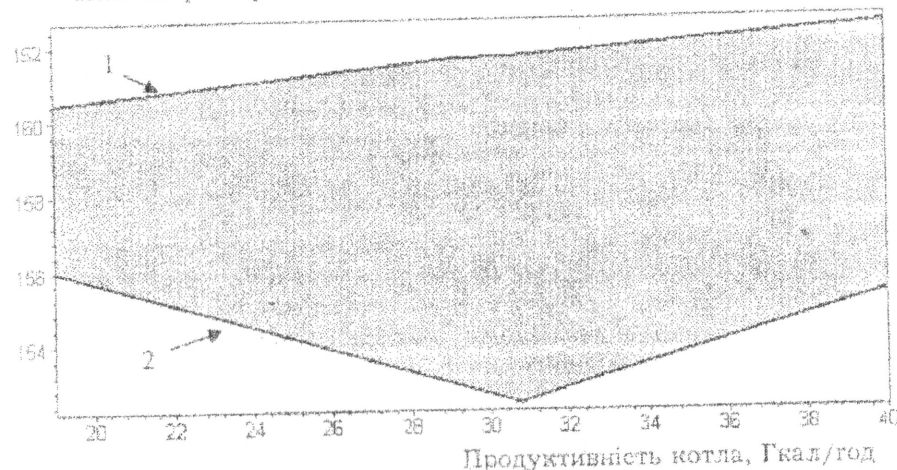


Рис. 9. Залежність питомих витрат умовного палива на Гкал від продуктивності при роботі котла: 1 – з періодичним контролем параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування; 2 – з системою автоматичного керування.

Висновки

1. Фактичний процент економії електроенергії з використанням системи управління технологічним процесом роботи котельної лежить в межах 15..80% в залежності від продуктивності котла.

(Для розрахунку використовуються дані 1999 року: середній час роботи 8640 годин (12 місяців); середня продуктивність котла 30.9 Гкал/год; середні витрати газу 5880 м³/год; вартість газу 224 грн. за 1000 м³; вартість електроенергії 0.1643 грн. за 1 кВт).

Економія електроенергії при вартості 11 коп. за кВт складає:

за годину	25 кВт	4,10 грн.
за добу	600 кВт	98,58 грн.
за рік	216000 кВт	35 488,8 грн.

2. Фактичний процент економії газового палива з використанням системи управління технологічним процесом роботи котельної лежить в межах 2,5..5,5% (відносно періодичного контролю параметрів спалювання газу операторами без системи автоматичного керування); 0,2% (відносно коригування параметрів спалювання газу газоаналізатором "Testo" без системи автоматичного керування) в залежності від продуктивності котла.

Економія газу складає:

за годину	240 м ³	53,76 грн.
за добу	5760 м ³	1 290,24 грн.
за рік	2073600 м ³	464 486,40 грн.

3. Сумарна економія складає:

за годину	57,86 грн.	11 у.о.
за добу	1 388,82 грн.	257 у.о.
за рік	499 975,20 грн.	92 588 у.о.

4. Строк окупності складає 60 000 у.о./ 92 588 у.о. = 0,6 роки

5. Всі показники процесу горіння та екологічні показники при використанні системи управління технологічним процесом роботи котельної мають оптимізовані значення. Зменшено викид забруднюючих речовин.

6. Використання газоаналізатора - киснеміра у складі системи з корекцією за вмістом кисню дозволяє суттєво зменшити вплив температури газу і повітря, стану обмуровання котла та інших факторів на якість процесу горіння.

7. Система управління технологічним процесом роботи котельної дозволяє істотно підвищити терміни експлуатації електродвигунів за рахунок оптимізації розлічних характеристик та виключення динамічних навантажень, плавної роботи та постійного контролю в процесі регулювання (швидкості обертання, моменту на валу, моменту механічних втрат, наявності короткого замикання, температури).

Література

1. Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Біляга Р.В. Основні принципи автоматизації котельних установок із використанням частотно-регулюючих приводів/В кн. "Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини". Збірник наукових праць, випуск №3.-К.:ФАДА, ЛТД, 1999, с. 298-303.

Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Біляга Р.В. Основні принципи автоматизації котельних установок із використанням частотно-регулюючих приводів / В кн. "Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини". Збірник наукових праць, випуск №3.- К.: ФАДА ЛТД, 1999, с. 298-303.