

**УДК 614.841**

**СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ФАКЕЛУ ГОРІННЯ СПАЛЮВАННЯ ГАЗУ У  
ВИРОБНИЦТВІ ДСП**

**Пінчевська О.О., д. т. н., Головач В.М., к. т. н., доцент,  
(НУБіП)**

*Наведено результати досліджень роботи існуючих систем контролю факелу горіння при ощадному спалюванні газу у водогрійних та парових котлах у виробництві деревностружкових плит. Дано опис розроблювальної системи автоматичного контролю факелу горіння.*

***Паровий котел, газ, енергія, факел, горіння, вибух, деревний пил, датчики, фотоелемент, контроль, система, алгоритм***

У виробництві деревностружкових плит (ДСП) для спалювання газу широко використовуються водогрійні та парові котли [1] типу ДКВР виробництва Бійського котельного заводу Російської Федерації. Вони експлуатуються вже багато років і вимагають модернізації при застосуванні ощадного спалювання газу. Спалювання деревного пилу замість газу заощаджує витрати газового палива.

При ощадному спалюванні газ використовують на початковому етапі для розпалювання і прогріву топкової камери. Після прогріву топкової камери спалюють тільки деревний пил. При використанні паралельно з газом – деревного пилу, загасання факелу може спричинити вибух критичної маси пилу, що накопичилась у зоні горіння факелу.

На рис.1. показана структура факелу [2]. Геометрично факел являє собою звужувану нагору симетричну структуру. У середині великого конуса ясно-синього кольору спостерігається малий конус насиченого блакитного кольору. У вершини малого (внутрішнього) конуса розташована зона жовтого світіння, що відповідає розкладанню важких вуглеводнів й утворенню конденсованої дисперсної фази вуглецю (сажі). Факел стабільний приблизно до зони жовтого світіння, що розташовується на відстані  $\frac{3}{4}$  довжини факелу починаючи від торця сопла. По осі факелу температура зростає в міру видалення від торця сопла й досягає максимуму в нижнього краю зони жовтого світіння.

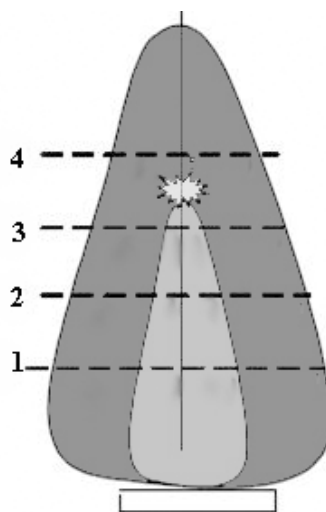


Рис. 1. Перетини факелу:

1 - біля сопла пальника, 2,3 - на відстані відповідно  $\frac{1}{3}$  та  $\frac{2}{3}$  від загальної довжини малого конуса, 4 - біля вершини малого конуса.

З метою розробки алгоритму функціонування автоматичної системи контролю факелу горіння проведено дослідження факелу на котлі ДКВР 4/13, з газовою горілкою ГМГ-4 на Калинівському ЕЗДМ. Обробка сигналів, які

отримані шляхом відео зйомки факелу горіння (рис.2) показали, що флуктуація яскравості факелу в процесі горіння знаходиться в межах 2 ÷ 20 Гц. По флуктуації яскравості в цих межах можна робити висновки щодо наявності факелу горіння.

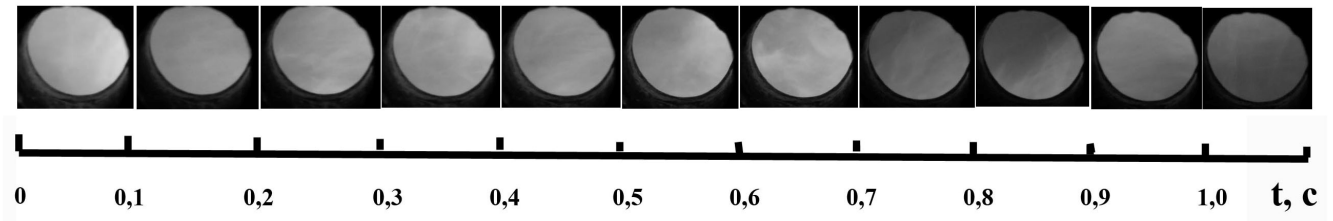


Рис.2. Залежність яскравості факелу від часу.

Для аналізу характеристик сигналів з фотодатчика застосована автокореляційна функція (АКФ), яка обумовлена інтегралом [3]:

$$\psi(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_0^T \psi(t) \cdot \psi(t + \tau) dt$$

і показує зв'язок сигналу з копією самого себе, зміщеного на величину  $\tau$ .

Автокореляційні функції отримані за результатами обробки осцилограм процесу горіння пальника на Калинівському ЕЗДМ та на промислових пальниках.

На рис. 3. показана АКФ яка свідчить, що процес коливання яскравості факелу має випадковий характер.

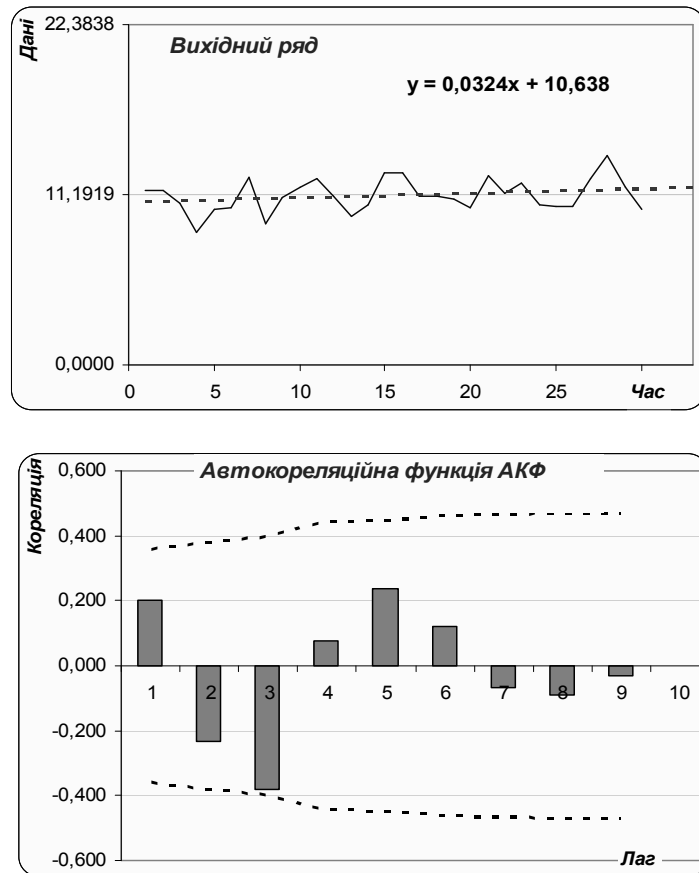


Рис. 3. Атокореляційна функція сигналу з фотодатчика при  $\tau=1c$ .

Достовірність статистичних даних перевірялась за допомогою статистик Дарбина-Ватсона. Кореляційні зв'язки спадають на протязі 9 циклів замірів. Тому для заміру яскравості полум'я було вибрано 9 циклів. Якщо за 9 циклів заміру яскравість полум'я не зміниться система робить висновок про загасання полум'я.

Тому, контролюючи значення яскравості в межах 4-5с, можна мати достовірні дані про наявність чи затухання факелу.

Для контролю наявності факелу горіння використовують системи на основі іонізаційних та фотоелектричних датчиків.

Робота системи контролю базується на використанні електронної системи автоматичного контролю горіння факелу газового пальника, яка містить в собі

контактний (іонізаційний) або фотоелектричний датчик наявності факелу. Іонізаційний датчик розміщено біля ядра факелу, а фотоелектричний датчик вмонтовано в металеву трубку з радіатором на безпечній відстані (500 ÷ 1000 мм) від зони горіння і розміщено таким чином, що його сенсорна поверхня спрямована на ядро факелу газового пальника.

Електричний сигнал з датчика наявності факелу передається на вхід електронного блоку, який контролює процес горіння факелу, та вимикає постачання газу у випадку стабільного зникнення факелу.

До вищезгаданих датчиків можна віднести іонізаційні датчики УСКФ-И та ІД датчик виробництва ОАО „Енерготех” м. Казань, Російська Федерація.

Система контролю факелу горіння на основі іонізаційного датчика має суттєвий недолік – чутливий елемент датчика (електрод) під час роботи знаходиться в зоні високої температури, тому електрод поступово перегоряє, з часом іонізаційний датчик втрачає чутливість і перестає працювати. Електрод з нержавіючої сталі працює лише 1 ÷ 3 місяці. Тому його необхідно часто замінювати, що вимагає додаткових часу і коштів. Крім того система контролю факелу під час роботи з іонізаційним датчиком, електроди якого підгоріли, може дати збій.

Система на основі фотоелектричного датчика не має таких недоліків.

До фотоелектричних датчиків, які використовують для контролю факелу горіння можна віднести такі, як ФД-1, ФД-02, ФД-05, ФД-05ГМ.

Однією з відомих систем контролю факелу газового пальника є сигналізатор горіння ”Луч-1АМ”, який сумісно з іонізаційними та фотоелектричними датчиками, які перелічені вище, забезпечує захист від випадкового погасання, контроль та індикацію наявності факелу газового пальника при спалюванні газу у технологічних водогрійних та парових котлах. Сигналізатор забезпечує запалювання факелу.

Під час запалювання факелу система автоматики повинна фіксувати факел протягом 4-х секунд. Початком контролю є сигнал подавання газу до пальника. Наприклад під час опитування мікропроцесорною системою фотоелектричного

датчика з дискретністю 0,5 с має бути 8 – кратне підтвердження наявності факелу.

При контролі загасання факелу будь-яке загасання має бути причиною автоматичного вимикання подачі газу до газового пальника.

Разом з контролем наявності факелу горіння необхідно контролювати подачу пилу до топкової камери. Для контролю подачі пилу розроблено п'єзоакустичний датчик (рис.4).

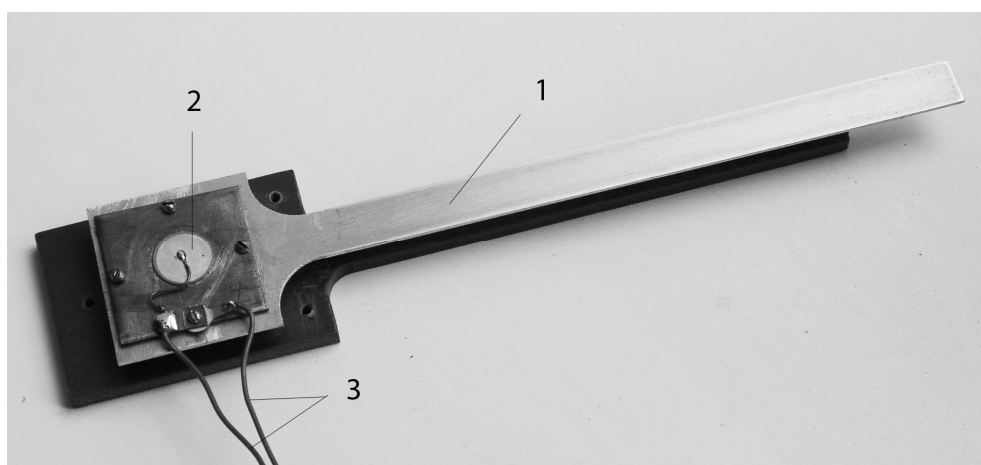


Рис.4. П'єзоакустичний датчик

1 - металева пластина, 2 - п'єзоелемент, 3 - електричні дроти.

Чутливим елементом датчика є металева пластина, на якій закріплено п'єзоелемент. Датчик встановлюється у потік деревного пилу. При попаданні деревних частинок пилу на чутливий елемент в ньому виникають механічні коливання, які передаються п'єзоелементу. З обкладинок п'єзоелементу електричні сигнали подаються на електричну схему контролю наявності потоку пилу.

Літературний пошук показав, що вітчизняних систем спільного контролю наявності факелу та подавання пилу нема. На цій підставі розробляється система контролю наявності факелу газового пальника та подавання пилу у топкову камеру. Така система має бути більш функціональною, надійною, зручною в експлуатації та повинна мати низьку собівартість.

Аналіз роботи існуючих систем контролю факелу горіння при ощадному спалюванні газу у водогрійних та парових котлах дав змогу вибрати фотоелектричний датчик для контролю наявності факелу горіння і розробити електронну вимірювальну схему перетворювача цього датчика. Електронна схема перетворювача являє собою імпульсний двокаскадний електронний підсилювач на мікросхемах, до входу якого підключено з'єднані паралельно фотодіод та обмежувач величини вихідного сигналу фотодіоду.

При контролі загасання факелу будь-яке загасання має бути причиною автоматичного вимикання подачі газу до газового пальника.

Заощадження газу забезпечують паралельним спалюванням деревного пилу, що ускладнює процедуру та алгоритм сумісної роботи газових та пилових форсунок, пальника та запальника. У разі зникнення факелу газового пальника при ощадному спалюванні суміші газу та деревного пилу, необхідно зупинити постачання деревного пилу через пилову форсунку. Невиконання цієї умови приведе до вибуху газопилової суміші.

Алгоритм аварійної зупинки котла реалізує автоматична система контролю факелу горіння на базі сучасних мікропроцесорів [4].

Блок - схема роботи системи по каналу контролю наявності горіння факелу приведена на рис. 5.

Під час аварійної зупинки автоматична система виконує наступне:

- зупиняє подавання деревного пилу, газу, повітря, різко зменшує тягу (зачиняє контрольну та робочу засувки);
- після зупинки горіння у топці, відкриває на деякий час димову засувку;
- відключає котел від головного парового колектору;
- відкриває дренаж пароперегрівача.



Рис. 5. Блок - схема роботи системи контролю наявності горіння факелу.

Розроблений алгоритм покладено до основи програмного забезпечення мікроконтролеру, що керує автоматичною системою контролю факелу горіння.

Застосування системи контролю наявності горіння факелу у водогрійних та парових котлах у виробництві деревностружкових плит дозволить вчасно попереджати можливі вибухи маси пилу, що накопичується у зоні горіння факелу при його загасанні й тим самим забезпечити безпечну роботу обслуговуючого персоналу, зберегти продукцію й устаткування від руйнувань.



## Список літератури

1. Киселев Н.А. Котельные установки / Киселев Н.А. — М.: «Высшая школа», 1978. — 277 с.
2. Гейдон А.Г. Пламя, его структура, излучение и температура / А.Г. Гейдон, Х.Г. Вольфгард — М.: Металлург, 1959. — 333 с.
3. Бендат Дж. Измерение и анализ случайных процесссов / Дж.Бендат, А.Пирсол — М.: «Мир», 1974. — 464с.
4. Клингман С. Проектирование микропроцессорных систем / Клингман С. — М.: Мир, 1989. — 210с.

## Аннотация

### СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ФАКЕЛА ГОРЕНИЯ ПРИ СЖИГАНИИ ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДСП

Головач В.М., Пинчевская О.О.

*Приведены результаты исследований работы существующих систем контроля факела горения при энергосберегающем сжигании газа в водогрейных и паровых котлах в производстве древесностружечных плит. Дано описание разрабатываемой системы автоматического контроля факела горения.*

## Abstract

### THE SYSTEM OF CONTROL TORCH BURNING BURNING GAS IN THE WOOD PARTICLE PLATE MANUFACTURE

Golovach V.M., Pinchevskaja O.O.

*Results of researches of work of existing monitoring systems of a torch of burning are resulted at economical burning gas in water-heating and steam boilers in manufacture of wood plates. The description of developed system of the automatic control of a torch of burning is given.*