

ISSN 0453-8307

# **ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІ ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ  
УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2016 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**



ОДЕСА 2016

**УДК 547; 37.022**

**Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2016 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2016р. – 95 с.**

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

## ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЗАПАЛЬНО-ЧЕРГОВИХ ПАЛЬНИКІВ ДЛЯ ФАКЕЛЬНИХ СИСТЕМ

Григор'єв О. А., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій

Безпеку і надійність роботи факельних систем забезпечують джерела займання, засоби контролю, сигналізації та індикації наявності полум'я запально-чергових пальників. Найбільш оптимальні результати були отримані при використанні таких пальників інжекційного типу, які ефективно працюють на низькокалорійних газах без додавання висококалорійного [1,2].

Для оцінки ефективності роботи запально-чергової пальника необхідно знати температуру горіння газової суміші, яка залежить від температур палива і окислювача. Це призводить до необхідності розглядання впливу температури ежктуруємого повітря на температуру горіння низькокалорійного газу на прикладі феррогаза, отримуваний при виплавці феромарганцю. Склад газу наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Об'ємний склад компонентів скидних низькокалорійних газів

CO <sub>2</sub> , %	CO, %	CH <sub>4</sub> , %	H <sub>2</sub> , %	N <sub>2</sub> , %
4	33,4	3	1,8	57,8

Основними горючими компонентами феррогаза є:

- Оксид вуглецю CO:  $2CO + O_2 = 2CO_2 + 1008,6 \text{ кДж/моль}$ ;
- Метан CH<sub>4</sub>:  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 951,97 \text{ кДж/моль}$ ;
- Водень H<sub>2</sub>:  $2H_2 + O_2 = 2H_2O + 483,62 \text{ кДж/моль}$ .

Температурою горіння палива називається температура, яку отримують продукти згорання в результаті нагрівання їх теплотою, що виділяється в процесі горіння. Температура горіння ( $t_k$ ) визначається з теплового балансу горіння 1 м<sup>3</sup> газу, °С [3]:

$$t_k = \frac{Q_H^c + V_B \cdot C_B \cdot t_B + C_T \cdot t_T}{\sum(V_i \cdot C_i) = \frac{Q_{\text{подв}}}{C_{\text{пр.сг.}}}} \quad (1)$$

де  $C_B, C_T$  – теплоємності повітря, кДж/К·м<sup>3</sup>(пов), та скидного газу, кДж/К·м<sup>3</sup>(газу);

$t_B, t_T$  – температури повітря та скидного газу, °С;

$V_B$  – об'ємна витрата повітря, м<sup>3</sup>(пов)/ м<sup>3</sup>(газу);

$V_i$  – об'ємний вихід компонентів продуктів згорання ( $V_{RO_2}, V_{N_2}, V_{H_2O}$ ), м<sup>3</sup>(комп)/м<sup>3</sup>(газу);

$C_i$  – теплоємності компонентів продуктів згорання, кДж/ К·м<sup>3</sup> (комп.);

$Q_{\text{сн}}$  – нижча теплота згорання скидних газів, кДж/м<sup>3</sup>, визначається за формулою:

$$Q_H^c = 0,01 \left[ Q_{CO} \cdot CO + Q_{H_2} \cdot H_2 + Q_{H_2S} \cdot H_2S + \sum [(Q_{C_mH_n} \cdot C_mH_n)] \right] \quad (2)$$

де  $Q_{CO}, Q_{H_2}, Q_{H_2S}, Q_{C_mH_n}$  - нижчі теплоти згорання індивідуальних газів, кДж/м<sup>3</sup>,

CO, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> – об'ємні концентрації газів, %.

Точне визначення температури  $t_k$  за наведеною формулою можливо здійснити тільки шляхом послідовних наближень, так як теплоємності складових продуктів згорання є функцією шуканої температури. При стехіометричному спалюванні газоподібного палива розрахункова формула наступна, м<sup>3</sup>(пов.)/м<sup>3</sup>(газу) [8].

$$V_B^0 = 0,0476 \left[ \sum \left( m + \frac{n}{4} \right) C_mH_n + 0,5(CO + H_2) + 1,5H_2S - O_2 \right] \quad (3)$$

Розрахункові значення обсягів повітря, м<sup>3</sup>, визначаються на 1 м<sup>3</sup> газоподібного палива. Повітря і газ беруться при нормальних умовах (при 0 °С и 0,1013 МПа).

Дійсний витрата повітря визначається за формулою

$$V_B = \alpha_T V_B^0, \quad (4)$$

де  $\alpha_T$  – коефіцієнт надлишку (витрати) повітря,  $\alpha_T = 1,01 \div 1,5$ .

$$\alpha_T = \frac{V_B^0 + V_B^{изб}}{V_B^0}. \quad (5)$$

$V_{изб}^B$  – надлишкове для процесу горіння кількість повітря.

Оптимальне значення  $\alpha_T$  в експлуатації встановлюється експериментально. При коефіцієнті надлишку повітря  $\alpha \geq 1$  і повному згорянні палива газоподібні продукти теоретично не містять окису вуглецю.

Дійсні обсяги продуктів згорання,  $m^3 / m^3$ , обчислюються за формулами при  $\alpha > 1$ .

(6)

При спалюванні газоподібного палива виходи питомих обсягів сухих продуктів згорання,  $m^3(\text{прод.сгор.})/m^3(\text{газу})$  визначаються за формулою:

(7)

де  $V_{RO_2}$  – питомий об'єм трьохатомних газів,  $m^3(RO_2)/m^3(\text{газу})$ ,

$$V_{RO_2}^0 = V_{CO_2} + V_{SO_2}; \quad (8)$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79V_B^0 + 0,01N_2; \quad (9)$$

$$V_{RO_2}^0 = 0,01 \left[ \sum (m C_m H_n) + C O_2 + CO + H_2 S \right]. \quad (10)$$

Питомий вихід водяної пари:

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \left[ \sum \left( \frac{n}{2} C_m H_n \right) + H_2 S + H_2 + 0,124 \cdot d_r + 0,0161 V_B^0 \right], \quad (11)$$

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161(\alpha - 1)V_B^0. \quad (12)$$

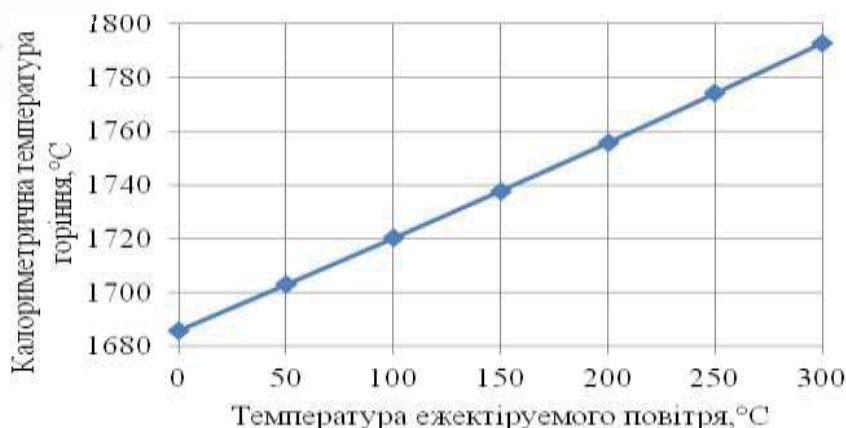
де  $d_r$  - вологовміст газового палива (в стані насичення маса водяної пари в газі).

У теплових розрахунках вологосодержание газу приймалася в залежності від його температури в підвідному газопроводі, коефіцієнт надлишку повітря прийнятий 1,01. Температура повітря приймалася від  $0^{\circ}C$  до  $300^{\circ}C$ . Температура газів після сухої очистки  $56^{\circ}C$ .

Таблиця 2 - Результати розрахунків показників продуктів згорання

$Q_n^c$ , кДж/м <sup>3</sup>	$V_B$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$V_{RO_2}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$V_{N_2}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$V_{H_2O}$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$V_r$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>
5492	1,123	0,405	1,465	0,145	2,026

Розрахункова залежність  $t_K=f(t_B)$  представлена на мал. 1.



Малюнок 1 - Залежність калориметричної температури горіння від температури ежектируемого повітря

Аналіз отриманої залежності дозволяє зробити висновок про те, що з підвищенням температури ежектіруемого повітря калориметрична температура горіння підвищується.

**Інформаційні джерела:**

1. Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики) [Текст]: Справочное издание / А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, А.Б. Усачев. – М.: Машиностроение – 1, 2001. — 496 с.
2. Патент 103475 UA , МПК F23D 14/24 (2006.01); F23D 14/46 (2006.01) Газовий пальник [Текст] / Григор'єв О.А. – № а201505972; заявл.17.06.2015; опубл.25.12.2015, Бюл. №24, 2015 р.
3. Котли-утилізатори. Навчальний посібник[Текст] / М.М. Кологривов, Т.А. Сагала, В.П. Бузовський: Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. – 84 с.

*Науковий керівник: доцент., к.т.н. Кологривов М.М., ОНАХТ*

**УДК 621.18**

**РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПАЛЬНИКІВ ФАКЕЛЬНИХ СИСТЕМ**

**Григор'єв О. А., аспірант**

Одеська національна академія харчових технологій

Гази металургійних підприємств, що відходять, є низькокалорійними. Перед видаленням газів в атмосферу їх спалюють. Надійність запалювання і стійкість горіння полум'я в факельних системах забезпечують запально-чергові пальники.

Для експериментального дослідження характеристик запально-чергового пальника нової конструкції на ЗАТ «Теплоприбор» розроблений стенд. Пальник, що досліджується, є ежекційного типу та захищен патентом [1].

Стенд призначений для вирішення наступних завдань:

- вивчення ефективності спалювання низькокалорійного газу без добавки висококалорійного;
- вивчення спалювання газових сумішей різного складу;
- вивчення впливу конструктивних особливостей запально-чергового пальника на процес горіння;
- вплив термодинамічних параметрів газових сумішей і повітря на процес горіння;
- вплив напрямку горіння факела на процес горіння;
- вивчення утворення оксидів азоту при горінні газів.

## ГЛОСАРІЙ

<i>Алексеева В.А.</i>	3
<i>Агарков В.В.</i>	94
<i>Андерсон О.Ю.</i>	4
<i>Архипова Л.М.</i>	59
<i>Банде Т.М.</i>	31
<i>Білоус І.Ю.</i>	72
<i>Богач В.В.</i>	83
<i>Боднар І. О.</i>	5
<i>Бочкова О. Ю.</i>	41
<i>Будниченко А. А.</i>	9
<i>Вороненко Ю. Є.</i>	7
<i>Гарягдиев Б.</i>	10
<i>Гижко А. В.</i>	41
<i>Годунов П.А.</i>	12
<i>Горобченко Ю.С.</i>	30
<i>Григор'єв О. А.</i>	14, 16
<i>Гринюк В.І.</i>	38
<i>Гурбангельдиев Иляс</i>	19
<i>Двирный В.В.</i>	75
<i>Двирный Г.В.</i>	75
<i>Дідук К.А.</i>	77
<i>Евсюкова Д.Ю.</i>	50
<i>Єлгаєва М.О.</i>	74
<i>Жеплінська М.М.</i>	20
<i>Зайцев Д.В.</i>	52
<i>Іванов В.В.</i>	54
<i>Йоллыев К.</i>	22
<i>Карташова М.В.</i>	31
<i>Коваленко В.И.</i>	50
<i>Козаченко И. С</i>	23
<i>Крушенко Г.Г.</i>	75
<i>Кульгейко А. Н.</i>	39

<i>Лазарів І.Р.</i>	24
<i>Лещенко В. В.</i>	43
<i>Лук'янова О.С.</i>	56
<i>Мазуренко С.Ю.</i>	79
<i>Макеева Е.Н.</i>	57
<i>Манюк О.Р.</i>	59
<i>Морозов А.А.</i>	93
<i>Мельник Е.И.</i>	47
<i>Нгуєн Ван Фук</i>	61
<i>Нижников А.А.</i>	26
<i>Никитенко Д.А.</i>	27
<i>Озолин Н.Е.</i>	81
<i>Осадчук Е.А.</i>	83, 86
<i>Осипенко Н.С.</i>	63
<i>Павлів Л.В.</i>	65
<i>Петрикеев М.М.</i>	4
<i>Полторацкий М.И.</i>	29
<i>Помазкина А.Ю.</i>	63
<i>Привалова А.А.</i>	30
<i>Продан Я.М.</i>	33
<i>Радош С.А.</i>	57
<i>Решетникова С.Н.</i>	75
<i>Савинков П.В.</i>	79
<i>Сенчук В.О.</i>	34
<i>Сирбул А. О.</i>	77
<i>Снятков М.В.</i>	71
<i>Соколюк А.В.</i>	69
<i>Солодка А.В.</i>	67
<i>Спильная Е.А.</i>	69
<i>Стоянов С.В.</i>	71
<i>Суходуб І.О.</i>	61
<i>Тіхоненко Р. О.</i>	43

<i>Тумбуркат К.</i>	90, 92
<i>Тодосенко А.В.</i>	33
<i>Триль А.</i>	95
<i>Федичина А.В.</i>	36
<i>Феськова В.П.</i>	27
<i>Хмура А.А</i>	88

<i>Шарана В.И.</i>	91
<i>Шевченко О.М.</i>	72
<i>Шеламов А.А.</i>	29
<i>Юфанова Т.С.</i>	45
<i>Юшкевич А.В.</i>	30
<i>Янчев И.С.</i>	81

НТБ ОНАХТ

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ  
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІ ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА  
СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2016 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**

НТБ ОНАХТ

Підписано до друку 12.04.2016 р. Формат 60x84 1/16.  
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 25 прим.  
Замовл. №.791  
ВЦ «Технолог»