

3. За даною методикою доцільно визначати оптимальне значення початкового тиску і для перспективних ПГУ з ГТУ, на вихлопі якої встановлено теплофікаційний контактний теплообмінник та турбодетандер за ним [1].

1. Грінченко Д.М. Проблеми створення екологічно чистої парогазової установки на паливах погіршеної якості // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". 1994. С.7. 2. Грінченко Д. Частинне пряме перетворення теплоти низькоякісних палив у електроенергію в перспективних енергоустановках // Технічні вісті. 1998. № 1(6).2(7). С.63-66. 3. Полетавкин П.Г. Парогазотурбинные установки. М., 1980. 4. Грінченко Д.М. Максимально можливий вакуум за газотурбінною установкою / Збірн. наук. робіт аспірантів. № 3. С.99-104. 1968.

УДК 643.334.002

КАТАЛІТИЧНЕ ДОПАЛЮВАННЯ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ НА ШАМОТНІЙ НАСАДЦІ РЕГЕНЕРАТОРІВ ПРОМИСЛОВОЇ ПЕЧІ

© Кашина О.О., Балінський І.С., 1999

ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Теплогазопостачання і вентиляція"

In this article are showed results of experimental determination of catalysts' activity on shamoto nozzle in laboratory and in industrial condition for catalysts' preburning CO to CO₂ and also are showed evaluation's results of thermodynamic structure of burning products and mathematical processing of investigations.

Однією з проблем раціонального використання природного газу є його спалювання в промислових печах без утворення залишкових горючих компонентів. У промислових печах з дифузійним спалюванням природного газу внаслідок відсутності попереднього перемішування його з повітрям, а також виділення горючих компонентів із матеріалів, що проходять термічну обробку, у викидних продуктах міститься значна кількість таких горючих компонентів як CO, NO, H₂. Ці компоненти можуть окислюватися до утворення кінцевих продуктів із виділенням додаткової теплоти, тобто проходить неповне згорання природного газу із втратою енергії палива.

Технологічний процес розплавлення шихти у печах ванного типу відбувається за рахунок дифузійного спалювання природного газу у потоці повітря, яке нагрівається від теплоакмулюючої насадки. Як насадку використовують шамотну цеглу, яка для збільшення поверхні теплообміну викладається в регенераторах в окремі ряди. Нагрівається шамотна цегла за рахунок тепла викидних продуктів до температури 850...900 °С.

Одним з методів повного спалювання природного газу є допалювання горючих компонентів в присутності каталізатора. Як каталізаторів використовують благородні та інші активні метали. Такий процес може відбуватися на поверхні шамотної цегли при безпосередньому контакті з викидними продуктами.

Метою даної роботи є допалювання горючих компонентів, що містяться у викидних продуктах скловарних печей ванного типу на шамотній цеглі. Попередньо був проведений розрахунок термодинамічного складу продуктів згорання природного газу в діапазоні температур промислових ванних печей з урахуванням виділення газів із шихти при її плавильні та дисоціації диоксиду вуглецю [1,2,3].

Дані розрахунків показані графічно на рис. 1.

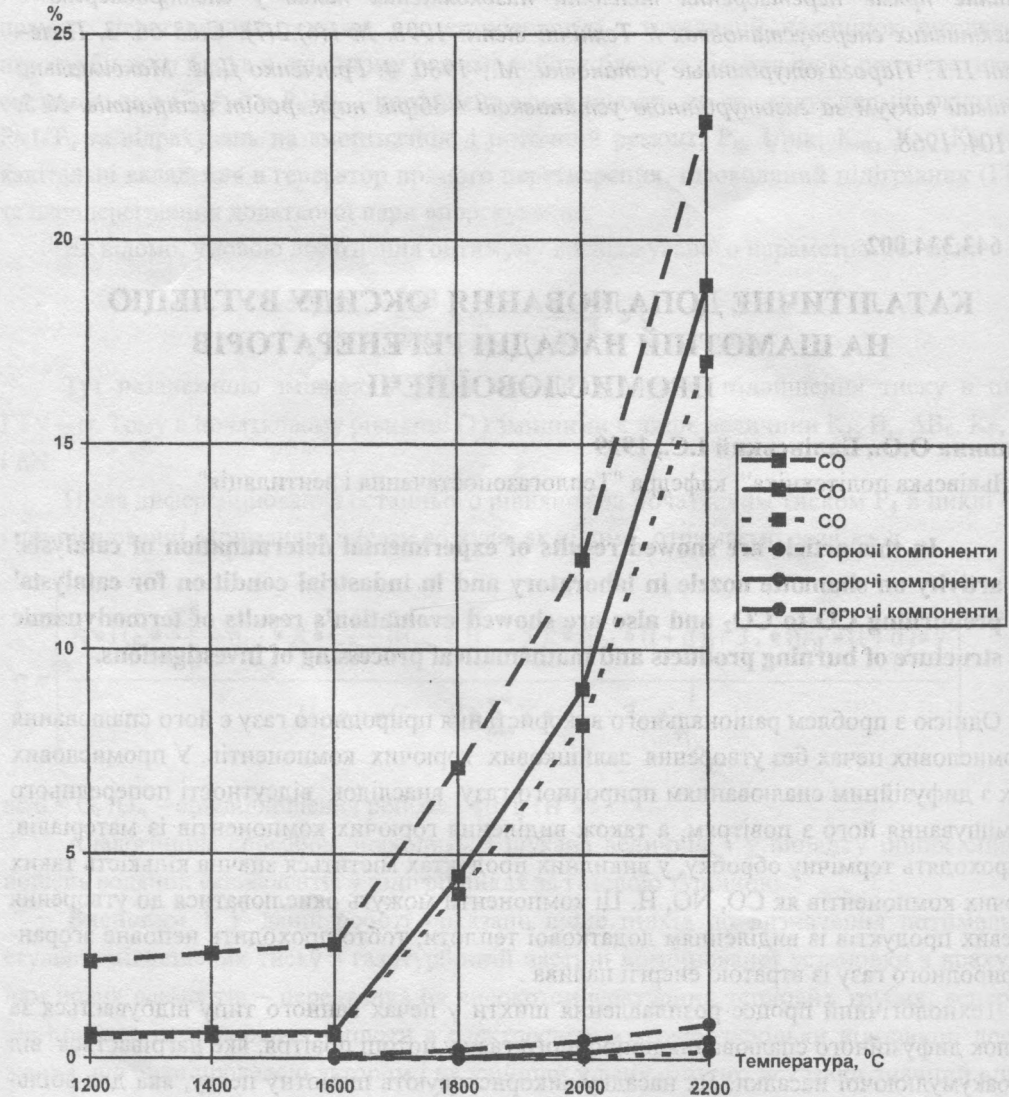


Рис. 1. Склад викидних продуктів, %, залежно від температури t , °C, та коефіцієнта надлишку повітря α .

----- $\alpha=1,1$,

————— $\alpha=1,0$,

----- $\alpha=0,9$.

На рис.1 показана залежність вмісту CO і сумарного вмісту горючих компонентів таких, як NO, радикалів OH, H. З рис.1 видно, що вміст CO сягає 3,5...4,5 % об., при чому його вміст збільшується із зменшенням вмісту повітря у викидних продуктах, така ж залежність спостерігається і для інших горючих компонентів. В роботі було вирішено провести лабораторні дослідження активності зразків каталізаторів, нанесених на шамотну цеглу, яка використовується в регенераторах, вибрати оптимальний і дослідити ефективність його роботи в промисловій печі.

Для вибору каталізатора були проведені лабораторні дослідження з визначенням активності деяких металів, які ще не використовувалися в реакції окислення CO до CO₂. Для цього готувалися зразки з активними металами А, Б, В, які наносилися на поверхню подрібненої цегли, з розміром 0,25...0,5 мм, у вигляді водорозчинних солей, просувалися, зважувалися для визначення кількості каталізатора, нагрівалися до температури 900 °С. Оксид вуглецю утворювався в апараті Кіпа і подавався в кварцевий реактор, який нагрівався до температури 950 °С. Вміст CO визначався хроматографічним методом [4].

Результати лабораторних досліджень показані графічно, як залежність ступеня конверсії CO (К) від температури для різних зразків каталізатора з різними активними металами та їх вмістом.

Активність каталізаторів з різним вмістом металу А показана на рис.2.

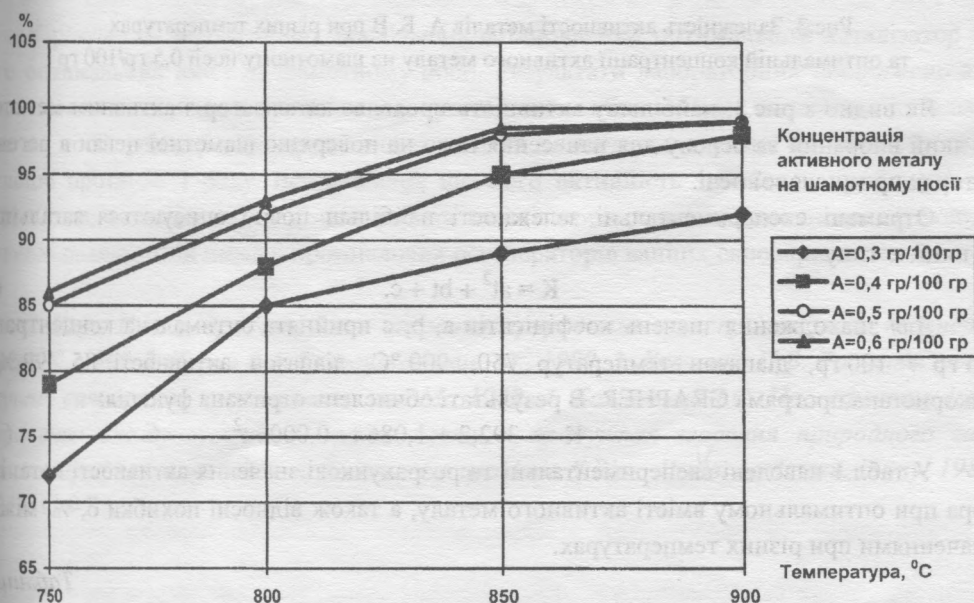


Рис.2. Залежність активності металу А при різних температурах та його вмісту

Із рис.2 видно, що активність каталізаторів достатньо висока і при практичних умовах його використання при температурах 850...880 °С сягає 90...97 %. Тобто практично весь CO допалюється на каталізаторі до CO₂. З рис.2 можна зробити висновок, що оптимальний вміст металу сягає 0,5 гр/100 гр носія.

Аналогічні дослідження були проведені для зразків каталізаторів з активними металами Б, В, при цьому оптимальний вміст їх теж становив 0,5 гр / 100 гр носія.

На рис.3 показані залежності активності каталізаторів з його оптимальним вмістом металу 0,5 гр/100 гр при різних температурах.

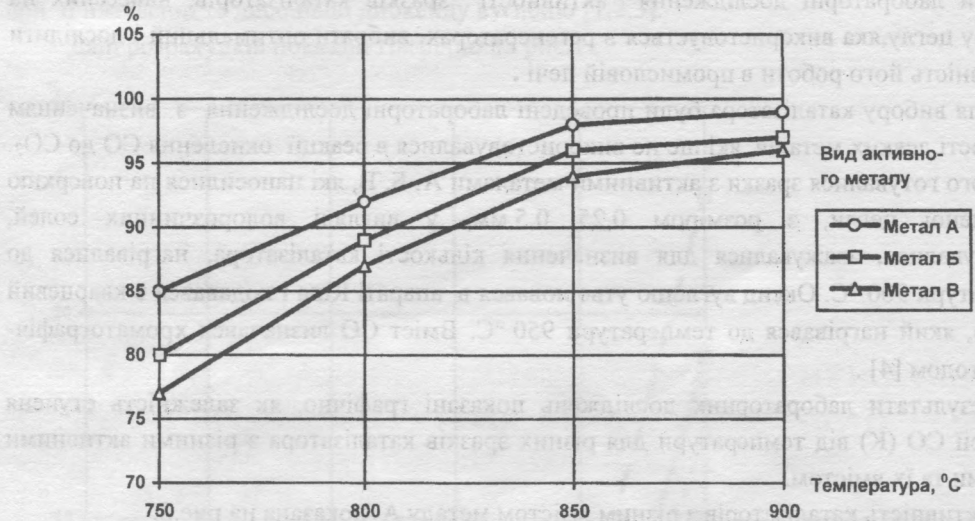


Рис.3. Залежність активності металів А, Б, В при різних температурах та оптимальній концентрації активного металу на шамотному носії 0,5 гр/100 гр

Як видно з рис.3, найбільшу активність проявляє каталізатор з активним металом А, який вибраний за основу для нанесення його на поверхню шамотної цегли в регенераторах промислової печі.

Отримані експериментальні залежності найбільш повно описуються загальною функцією типу

$$K = at^2 + bt + c.$$

Для знаходження значень коефіцієнтів а, b, с прийнята оптимальна концентрація 0,5 гр / 100 гр, діапазон температур 750...900 °C, діапазон активності 85...99% використана програма GRAPHER. В результаті обчислень отримана функція:

$$K = - 392,2 + 1,086 t - 0,0006 t^2.$$

У табл.1 наведені експериментальні та розрахункові значення активності каталізатора при оптимальному вмісті активного металу, а також відносні похибки δ , %, між значеннями при різних температурах.

Таблиця

Значення похибок функції К

t, °C	K, %		δ , %
	Експерим.	Розрахун.	
750	85	84,8	0,2
800	92	92,6	-0,6
850	98	97,4	0,6
900	99	99,2	-0,2

Оскільки похибки не перевищують 1,5 %, що є допустимим при інженерних розрахунках, то залежність (2) використовувалася для визначення активності каталізатора при різних температурах проведення технологічного процесу.

Під час ремонту печі на поверхню шамотної цегли в регенераторах за допомогою розпилювача була нанесена водорозчинна сіль вибраного каталізатора типу А з розрахунку його оптимального вмісту 0,5 гр / 100 гр насадки. Для діючої промислової печі протягом року проводився відбір проб до і після регенераторів, в яких визначався вміст оксиду вуглецю. Дані аналізів наведені в табл.2.

Таблиця 2

Ступінь конверсії оксиду вуглецю, %, залежно від часу експлуатації

Місце відбору проб	Строк служби, міс.				
	0	2	4	6	12
Лівий регенератор	82,0	80,2	75,2	71,6	64,0
Правий регенератор	81,0	79,2	74,1	70,4	63,2
Середнє значення	81,5	79,7	74,65	71,0	63,7

Як видно з табл.2 каталізатор протягом тривалого часу забезпечує каталітичне допалювання оксиду вуглецю, вміст якого зменшується більше ніж вдвічі. Зниження активності каталізатора пояснюється блокуванням його поверхні скломасою із викидних продуктів.

У результаті лабораторних досліджень встановлений оптимальний каталізатор та його оптимальний вміст на шамотному носії. Результати лабораторних досліджень апроксимовано аналітичною функцією з допустимою похибкою. Після нанесення каталізатора на носій регенератора промислової печі та визначення ступеня конверсії оксиду вуглецю протягом 1 року. Встановлено, що його активність знизилась приблизно на 20 %. Отже, встановлена ефективна робота каталізаторів в реакції доокислення оксиду вуглецю на шамотній насадці промислових регенераторів ванних скловарних печей.

1. Карп И.Н. и др. *Продукты сгорания природного газа при высоких температурах*. К., 1967. 2. Ионин А.А. *Газоснабжение*. М., 1989. 3. Левченко П.В. *Расчеты печей и сушил силикатной промышленности*. М., 1968. 4. Балінський І.С. *Про ефективність визначення оксиду вуглецю і окислів азоту в продуктах згорання природного газу хроматографічним методом за допомогою цеолітів* // Вісн. Львів. політехн. ін-ту. 1987. N 217. С.6-7.