

УДК. 662.63

В.І. Кравченко, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Підвищення ефективності використання місцевих видів палива в котельній техніці

З метою підвищення ефективності використання низькопотенційного палива у водогрійних котлах обґрунтовано застосування термохімічного методу його спалювання.

місцеві види палива, економія палива, термохімічний метод, втрати енергії, конверсія палива

За оцінками Держкоенергозбереження України основна економія паливно-енергетичних ресурсів має бути досягнута у промисловості – 38%, комунально-побутовій сфері – 30%, безпосередньо у паливно-енергетичному секторі – 17%. Загальний потенціал енергозбереження складає 47 відсотків від всіх використаних енергоносіїв. Це значить, якщо реалізувати цей потенціал повністю, то можна забезпечити потреби держави власними енергоресурсами.

Світова практика виробництва низькопотенційної теплоти для опалення та побутових потреб з використанням місцевих видів палива (дрова, лушпиння соняшника, їх пелети, солома) свідчить про можливість повної відмови від імпортного газу.

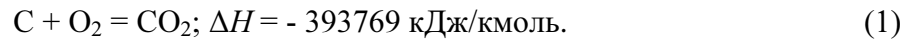
Рішення основних питань економії палива при застосуванні його в опалювальних твердопаливних котлах має перейти на новий шлях, в основі якого лежить термохімічний метод [3]. За цим методом використовується та об'єктивна обставина, що будь-яке паливо здатне перетворюватися в інші його види.

Відомо, що енергія палива перетворюється у будь-яких установках у два етапи: спочатку вона перетворюється в теплоту, а потім остання – в роботу. При цих перетвореннях і виникають основні втрати енергії палива. На сьогодні існують ефективні методи боротьби з втратами працездатності палива на другому етапі, що є підвищення верхньої температури робочого тіла. Але підвищення ефективності використання палива у теплосиловій установці цим методом залежить від можливості подальшої жароміцності матеріалів.

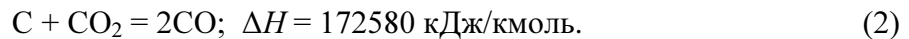
На етапі перетворення енергії палива в теплоту доцільно наявні види палива, що мають великі необоротні втрати при спалюванні, шляхом термохімічних перетворень перевтілити в нове газоподібне паливо, перетворення енергії якого в теплоту супроводжується меншими необоротними втратами. Для реалізації такого методу перетворення використовується конверсія палива в продуктах згоряння, що здійснюється шляхом підводу відповідної кількості теплоти. При застосуванні такого методу у теплосиловій установці додається ще один хімічний процес, тобто енергія палива перетворюється в теплоту в дві стадії. Спочатку паливо піддається конверсії, а потім вже конвертоване паливо спалюється. Додавання ще одного процесу перетворення енергії не збільшує сумарне значення необоротних втрат. З термодинамічної точки зору така заміна означає, що в цьому випадку виробництво теплоти перейшло від перетворення енергії палива високої якості до перетворення

енергії, якість якої нижче. Такий перехід дає можливість значно зменшити необоротні втрати при перетворенні хімічної енергії палива в теплоту. Це пов'язано з тим, що при погіршенні якості енергії палива, спалювання його супроводжується меншими необоротними втратами.

Теплота, що використовується в топкових камерах, в основному утворюється при спалюванні органічного палива в присутності атмосферного повітря. В результаті спалювання утворюються газоподібні продукти згоряння. Основними горючими речовинами органічних палив є вуглець і водень. Наприклад реакція горіння вуглецю можна записати так [2]:



В результаті реакції конверсії палива утворюються продукти конверсії і поглинається теплота. Для прикладу наведемо реакцію конверсії вуглецю:



Наочно вплив якості енергії палива на величину необоротних втрат при перетворенні його в теплоту можна показати за допомогою залежності ексергетичного ККД η_e від температури горіння T (рис. 1).

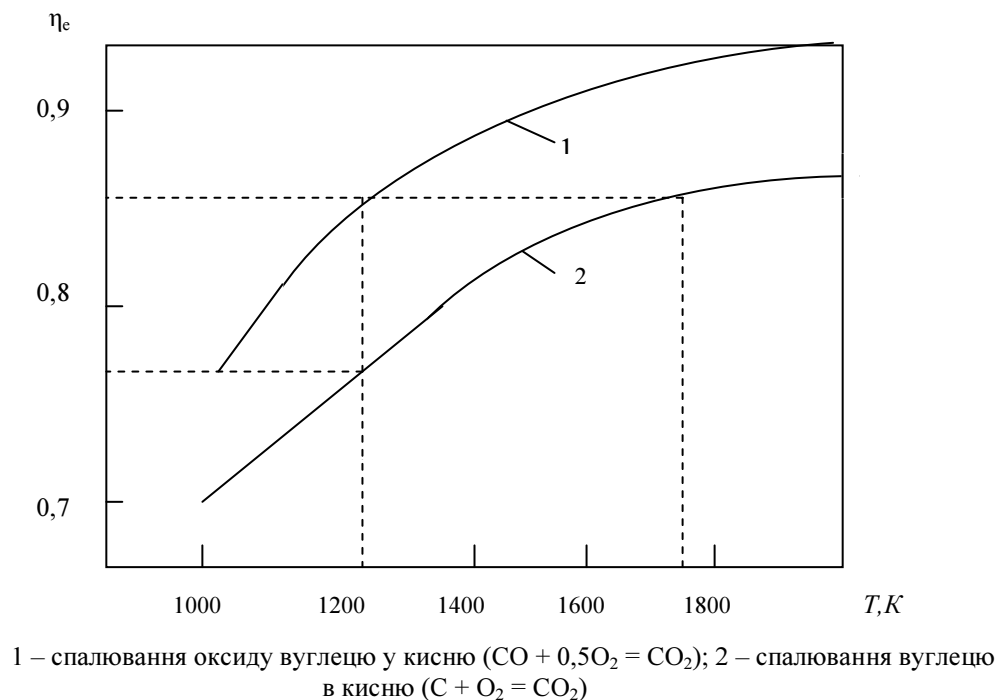


Рисунок 1- Залежність ексергетичного ККД процесу горіння від середньої температури горіння

З графіка (рис.1) видно, що ефективність перетворення енергії палива в теплоти при температурі 1200 К, яка запасена у СО, у порівнянні з перетворенням тієї енергії, яка запасена у вуглеці, вище приблизно на 7%. Для того, щоб досягнути ефективності перетворення енергії, запасеної у вуглеці, яка має місце при перетворенні енергії, запасеної в оксиді вуглецю, потрібно спалювання вуглецю проводити не при 1200 К, а при температурі, яка на 550 К вище.

Втрати працездатності палива при його спалюванні, що дорівнюють різниці між наявною працездатністю вихідного палива ($-\Delta G^{\text{вп}}$) і працездатністю теплоти згоряння палива [1], мають вид:

$$П = -\Delta G^{\text{вп}} \frac{T_0}{T}, \quad (3)$$

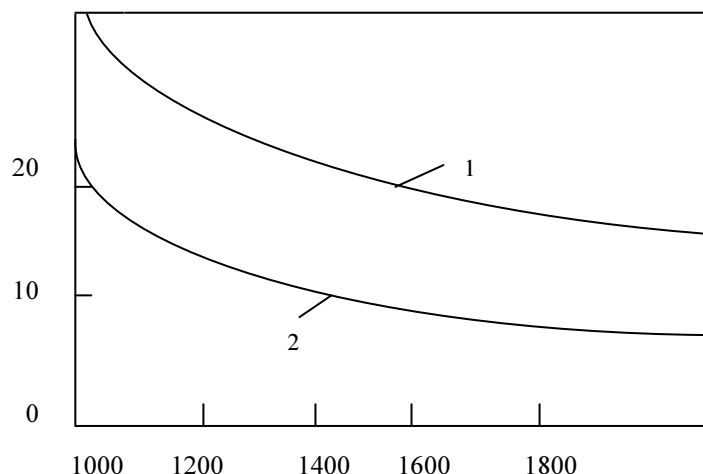
де T – температура горіння;

T_0 – початкова температура палива і окислювача.

З виразу (3) видно, що зменшити необоротні втрати при спалюванні палива можна тільки підвищенням температури горіння T , або шляхом зменшення величини $-\Delta G$. Для реалізації першого шляху необхідно забезпечити горіння палива при високих температурах. Другий шлях удосконалення перетворення енергії палива в теплоту полягає у використанні здатності палива до термохімічних перетворень. Для його здійснення, пов'язаного зі зменшенням величини $-\Delta G$ (значення зменшення енергії Гібса) необхідно також підвищувати температуру горіння, оскільки величина $-\Delta G$ для горіння даного виду палива вважається постійною. Рішення даної проблеми можна знайти в тому, щоб спалювання палива, що має певне значення зменшення енергії Гібса, замінити спалюванням штучного палива, у якого це значення менше. Даний вихід впливає з властивостей органічних палив конвертувати в продуктах згоряння з поглинанням теплоти (2), при якому змінюється якість енергії палива.

Розрахунки показують, що при однаковій температурі горіння втрати ексергії конвертованого палива $П_{\text{кн}}$ завжди менше втрат вихідного палива $П_{\text{вп}}$ [3]. Дані розрахунків наведені на рис. 2. Крива 1 показує необоротність, яка супроводжує горіння природного палива, а крива 2 – горіння конвертованого палива. З графіка видно, для того, щоб необоротні втрати при спалюванні вуглецю мали величину, рівну необоротним втратам при спалюванні конвертованого палива (оксиду вуглецю), його необхідно спалювати на значно більш високому (на $\approx 600 \text{ K}$) температурному рівні.

Величина втрат, %



1 – спалювання вуглецю $C + O_2 = CO_2$; 2 – спалювання оксиду вуглецю $CO + 0,5O_2 = CO_{266}$

Рисунок 2 - Залежність величини необоротних втрат від температури горіння

Визначимо вираз для необоротних втрат при перетворенні енергії палива $П_{\text{мх}}$, які мають місце в теплосиловій установці, що використовує термохімічний метод. У

теплосилової установці, в якій протікають одночасно дві хімічні реакції: конверсії і спалювання, необоротні втрати повинні бути як мінімум дорівнювати сумі необоротних втрат, пов'язаних з конверсією, і необоротних втрат, що супроводжують процес горіння конвертованого палива, тобто:

$$P_{mx} = -\Delta G_{\text{кп}}^T \frac{T_0}{T} + \Delta G_{\text{к}}^T \frac{T_0}{T_{\text{к}}}, \quad (4)$$

де $T_{\text{к}}$ – температура, при якій відбувається конверсія палива.

Оскільки теплота конверсії дорівнює різниці теплоті згоряння палива і конверсії (тобто $\Delta H^{\text{кп}} = \Delta H^{\text{зн}} - \Delta H^{\text{к}}$), вираз (4) можна записати:

$$P_{mx} = \left[-\Delta G^{\text{зн}} - \Delta H_{\text{к}} \left(\frac{T}{T_{\text{к}}} - 1 \right) \right] \frac{T_0}{T}. \quad (5)$$

Останній вираз показує, що необоротні втрати при перетворенні енергії палива в теплоту при використанні термохімічного методу завжди менші, ніж необоротні втрати при спалюванні палива без попередньої термохімічної переробки. Вони зменшуються на величину роботи, яку необхідно затратити для трансформації теплоти конверсії з температурою рівня $T_{\text{к}}$ на температурний рівень T горіння конвертованого палива. Це витікає з того, що $-\Delta H_{\text{к}} (T/T_{\text{к}} - 1)$, яке входить у вираз (5), являє собою вираз для витраченої роботи в тепловому насосі.

Використовуючи термохімічний метод можна зменшити необоротні втрати при спалюванні палива без підвищення температури горіння, що досі вважається єдиним шляхом, при перетворенні енергії палива в роботу в теплоенергетичних установках.

Впровадження в малу енергетику котлів, що використовують даний метод підвищення ефективності використання палива, дасть можливість економити не тільки на необхідних для опалення природному газі, але й суттєво заощаджувати місцеві види палива.

Список літератури

1. Денбиг К. Оценка эффективности химических процессов по второму началу термодинамики // Вопросы термодинамического анализа. – М., 1965. – С. 150 – 164.
2. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. М: Химия, 1975. – 584 с.
3. Носач В.Г. Энергия топлива. Киев, Наукова думка, 1989, 108 с.

В. Кравченко

Повышение эффективности использования местных видов топлива в котельной технике

С целью повышения эффективности использования низкопотенциального топлива в водогрейных котлах, обосновано применение термохимического метода его сжигания.

V. Kravchenko

Increasing of efficiency of the using of local types of fuel is in boilers technique

With the purpose of increase of efficiency of the use of the low-potential fuel in boilers, application of thermo-chemical method of his incineration is grounded.

Одержано 21.02.12