

УДК 697.432.7

Механізоване спалювання твердого палива в малогабаритних теплогенераторах

М.П. Сенчук

к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, smp_21@ukr.net.

Висвітлено існуючий стан по використанню власних ресурсів твердого палива, в тому числі низькосортного. Розглянуто схему ефективного спалювання рядового вугілля в напівмеханічній топці малогабаритного теплогенератора.

Ключові слова: малогабаритний теплогенератор; шахтно-шарова схема спалювання; швидкість горіння.

Вступ. В останні роки структурою паливно-енергетичного комплексу України передбачено ширше використання власних енергетичних ресурсів, зокрема, збільшення частки твердого палива у виробництві теплової енергії [1]. Це обумовлено дефіцитом в Україні основних традиційних видів палива – природного газу і нафти та необхідністю зниження залежності від імпортованих енергоносіїв. Незважаючи на значні природні запаси вітчизняного твердого палива, із розробкою вугільних родовищ спостерігається зниження якості вугілля, яке видобувається. Зменшується видобуток якісного палива – антрациту, сортового вугілля, натомість збільшується частка низькосортного палива з високою зольністю і вологістю, великим вмістом дрібних часток. Переважно саме таке низькосортне паливо постачається в опалювальні котельні. Запаси низькосортних енергетичних палив: торфу, деревини, відходів виробництва (нижча теплота згоряння $Q_{н^p} = 15...20$ МДж/кг) також доцільно використовувати як паливо. Але затрати на попередню підготовку такого палива до спалювання – сортування, гранулювання, брикетування, пакування тощо суттєво збільшують його вартість. Тому використання дешевого палива низької якості для виробництва енергії, зокрема і в теплогенераторах малої потужності, економічно вигідне і прийнятне за умови дотримання нормативних екологічних вимог [2,3].

Забезпечення нормативних екологічних показників у котлах середньої і великої потужності досягається за рахунок комплексних технічних рішень щодо застосування відповідних технологій спалювання палива (киплячий шар, вихровий процес горіння та ін.) і різних пристроїв для очищення димових газів. Однак вони, через технічну складність і високу вартість, здебільшого неприйнятні в малопотужних теплогенераторах.

У опалювальних котлах малої теплопродуктивності, як правило, тверде паливо спалюють у сталому шарі на колосниковій решітці, що обумовлене відносно невеликими капітальними затратами на їх виготовлення, а також простотою обслуговування. Робота котлів з ручним завантаженням палива при

періодичній подачі палива на решітку в зону горіння характеризується нерівномірністю в часі параметрів процесу горіння та вмісту шкідливих речовин у димових газах. Максимальні викиди оксиду вуглецю і інших продуктів неповного згоряння, які перевищують допустимі норми, відбувається на початковій стадії – під час завантаження нової порції палива на решітку. Незважаючи на достатню кількість дуттьового повітря для повного горіння, зниження температури шару та нерівномірне розподілення кисню біля поверхні часток (пов'язане зі збільшенням аеродинамічного опору шару палива) знижують якість процесу горіння. Тому енерго-екологічні показники в таких топках не нижче нормативних можна отримати при спалюванні тільки якісного палива – сортового з малою зольністю: антрациту, паливних брикетів, гранул. Ефективність спалювання низькосортного палива можна досягти при реалізації механізованого процесу горіння, зокрема за шахтно-шаровою схемою в механічній топці (рис. 1 а). За такої схеми горіння паливо безперервно переміщується із заданою ритмічністю і проходить усі стадії спалювання по висоті шахти: зони свіжого палива – аеродинамічної розв'язки, підігрівання, сушіння і газифікації – виходу летких речовин; займання і горіння коксу; на решітці: зони інтенсивного горіння коксу, вигорання горючих речовин, охолодження та видалення в зольник зольні залишки. Поточність процесу та скорочення тривалості стадій вигорання досягається безперервною подачею палива у відповідному співвідношенні до кількості палива, що знаходиться в зоні активного горіння, зонного регульованого розподілення дуттьового повітря, шурування шару в зоні активного горіння для зменшення аеродинамічного опору шару, інтенсивного перемішування в об'ємі топки продуктів згоряння, що надходять із різних зон колосникової решітки. Інтенсивність підігрівання та надійність займання палива підсилюються в шахтно-шаровій схемі горіння завдяки шахтному процесу з протитечійною схемою руху палива і повітря.

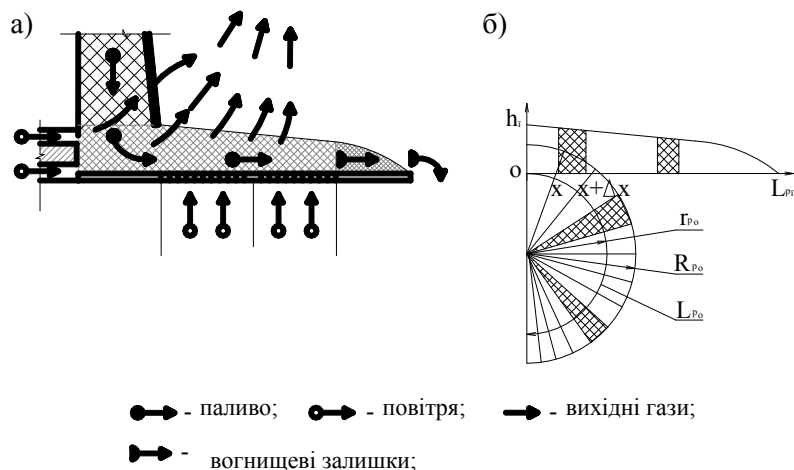


Рис. 1. Схема механізованого спалювання твердого палива:

а – шахтно-шарова схема спалювання; б – розрахункові поперечні схеми горіння в шарі на решітках з поздовжнім та криволінійним переміщенням палива.

Тривалість горіння коксу і допалювання вогнищевих решіток на решітці, відповідно і її довжина залежать від режимних та конструктивних параметрів процесу (кількості повітря в зонах решітки і в камері згорання та рівномірність його розподілення в шарі часток, фракційний склад палива, висота шару тощо). Найбільш повно процес горіння палива характеризує питома швидкість горіння [4,5].

При параметрах шарового спалювання (швидкості дуттьового повітря – від 0,2 до 0,4 м/с, коефіцієнту надлишку повітря – від 1,2 до 1,7 та розміру часток палива – до 5 см) розрахункову довжину решітку шахтно-шарової схеми можна визначити за формулою:

$$L_{p_n} = \delta_n^{1,5} V_n / (2,5A), \text{ см}, \quad (1)$$

$$\text{де } A = 0,37 C_{\text{оср}} D^{0,5} W_t^{0,5} / \rho, \quad (2)$$

δ_n – середній розмір часток палива на початку решітки, см;

V_n – об'єм порції палива, що подається на решітку, см³;

$C_{\text{оср}}$ – середня молярна концентрація кисню в шарі, г/см³;

D – приведений коефіцієнт дифузії за середньої температури часток в шарі, см²/с;

W_t – приведена швидкість дуттьового повітря за середньої температури часток в шарі і віднесена до живого перерізу шару, м/с.

Необхідна довжина решітки для повного вигорання палива залежить від його якості і при спалюванні низькосортного палива в котлах малої потужності до 100 кВт може перевищувати 1,0 м. Тому застосування традиційної конструкції решітки з поздовжнім переміщенням палива, що вигоряє, та видаленням наприкінці решітки золи і шлаку в зольник, потребує відносно великих габаритних розмірів котлів, а відповідно, економічно не вигідною є їхня вартість. З метою зменшення габаритів малопотужних котлів з механізованим спалюванням запропонована конструкція котла (рис. 2) з обертовою решіткою з криволінійним переміщенням на ній палива, що вигоряє, із збереженням необхідної її довжини для повного догорання горючих речовин (тобто, $L_{p_n} = L_{p_0}$ – див. рис. 1б).

Така решітка може бути напівмеханічною або механічною і компонується в складі котлів малої теплопродуктивності з невеликими зовнішніми габаритами, близькими до габаритів котлів з твердопаливними топками і ручним обслуговуванням. Випробування натурального зразка опалювального котла теплопродуктивністю 50 кВт з обертовою решіткою на газовому рядовому вугіллі підтвердили ефективність його роботи у відповідності до чинних нормативних вимог.

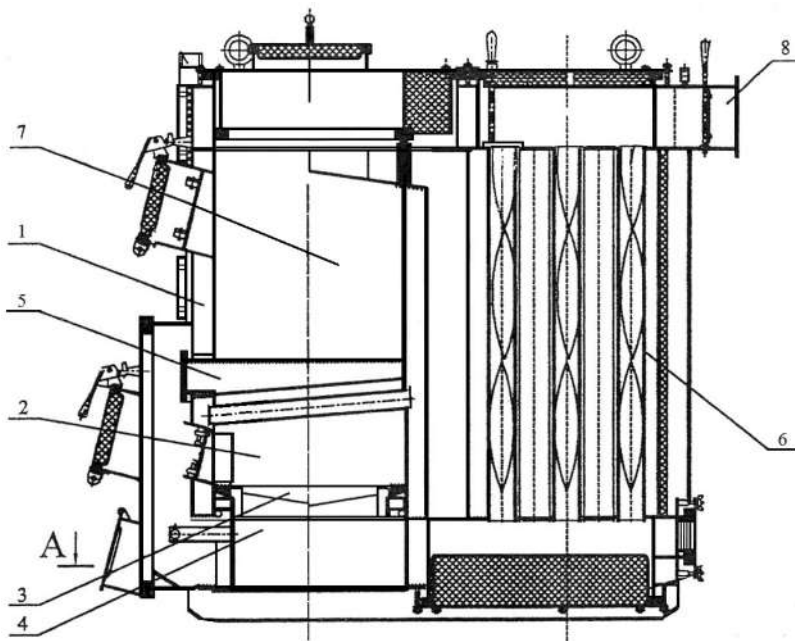


Рис. 2. Схема малогабаритного твердопаливного котла потужністю до 100 кВт:
1 – корпус; 2 – топка; 3 – обертова решітка; 4 – зольник; 5 – колектор вторинного повітря;
6 – конвективний пакет; 7 – паливна шахта; 8 – димохід

Висновки. Використання вітчизняних запасів твердого палива, в тому числі дешевого низькосортного, є актуальним завданням. Збільшення частки твердого палива (вугілля, місцевих видів палива) у виробництві теплової енергії можна досягти шляхом ефективного його використання в теплогенераторах малої потужності. Враховуючи, що ефективність спалювання палива із забезпеченням екологічних нормативних показників досягається у пристроях з механізованим процесом горіння, впровадження такого класу опалювальних котлів є перспективним напрямком по економії паливних ресурсів.

Література

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року// Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.
2. ДСТУ 2326-93. Котли опалювальні водогрійні теплопродуктивністю до 100 кВт. – К: Держстандарт України, 1994. – 18 с – Чинний з 01.1.1995.
3. ГОСТ 30735-2001. Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,1 до 4 МВт. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 30 с – Чинний з 01.1.2001.
4. Основы практической теории горения / Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. и др. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
5. Сенчук М.П., Макаров А.С. Результаты исследований скорости горения твердого топлива в слое// Тезисы XI симпозиума по горению и взрыву, 18-22 ноября 1996 г. – Черногоровка: Российская АН, 1996. – Т.1, ч.2. – С. 295-299.

Механизированное сжигание твердого топлива в малогабаритных теплогенераторах

М.П. Сенчук

Освещено существующие состояние по использованию собственных ресурсов твердого топлива, в том числе низкосортного. Рассмотрено схему эффективного сжигания рядового угля в полумеханической топке малогабаритного теплогенератора.

Ключевые слова: малогабаритный теплогенератор; шахтно-слоевая схема сжигания; скорость горения.

Mechanized solid fuel combustion in small boilers

M. Senchuk

In the article is revealed the existent condition of using own sources of solid fuel, including low-grade fuel. There's also considered the scheme of effective incineration of regular coal in semi-mechanical furnace of bantam heat generator.

Keywords: small boilers; mine-layer scheme of incineration; burning rate.

Надійшла до редакції 3.06.2014 р.