

## КОТЛИ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ДРОВ, КУСКОВОГО ТОРФУ ТА ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

Україна володіє значними запасами місцевих видів палива: деревини (дров, деревних відходів лісозаготівельних та деревообробних підприємств), відходів сільськогосподарської промисловості, торфу тощо [1,2].

Отже розробка опалювального обладнання для ефективного використання місцевого палива з забезпеченням сучасних економічних і екологічних показників є актуальною.

Місцеві палива характеризуються великим вмістом летких речовин, широким діапазоном по вологості, а крім того деревні відходи – різним фракційним складом, а кусковий торф чи торфобрикети - великою зольністю.

Найбільш поширене спалювання такого палива в шарі через невеликі витрати на підготовку палива та простоту в обслуговуванні.

Склад, температура та кількість газів суттєво залежить від товщини шару, розміру часток і вологості. Продукти горіння, що виходять з коксової зони насичуються продуктами газифікації і сушіння, температура їх знижується і може падати до 100-200 °С. При цьому горючі гази – водень, вуглеводи, оксиди вуглецю забаластовані інертними складовими – парами води, вуглекислим газом. Швидкість поширення полум'я в значній мірі залежить від забаластованості і початкової температури суміші. Для спалювання забаластованих газів з забезпеченням нормативних екологічних показників необхідна висока температура газів на виході з шару, рівномірне розподілення і перемішування вторинного повітря.

З аналізу залежності адиабатичної температури горіння [3] від вологості при різних коефіцієнтах надлишку повітря (рис.1) видно, що при граничній температурі процесу горіння 1000 °С допустима вологість при  $\alpha = 2,0$  становить 40 %, а при  $\alpha = 1,2$  майже 60 %. Тобто, забезпечення протікання процесу горіння при низьких коефіцієнтах надлишку повітря дає можливість спалювати паливо з високою вологістю.

У відомих топкових пристроях малої потужності вітчизняного і закордонного виробництва в основному реалізована двоступенева схема спалювання (термоліз або газифікація та горіння газів) з застосуванням різних технічних засобів, які забезпечують спалювання дров, гранульованого палива з низьким вмістом вологи і золи. Ведеться пошук нових технологічних рішень, зокрема застосування вихрової ежекційної вторинної камери спалювання [4,5].

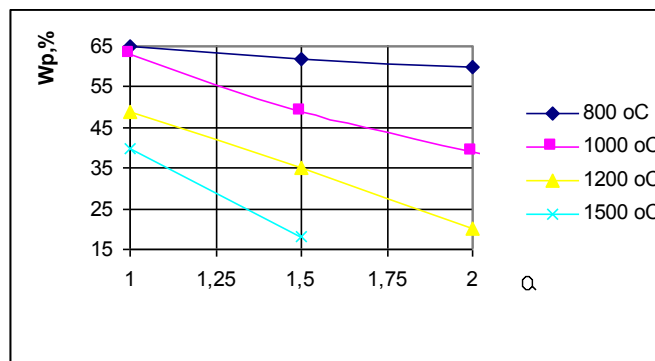


Рис. 1. Залежність допустимої вологості деревини, що спалюється, від надлишку повітря та адиабатичної температури горіння

В опалювальних котлах для спалювання вологих деревних відходів (тріски, відходів деревообробних підприємств) потужністю до 2 МВт [3,6] з метою забезпечення нормативних екологічних показників використовувалися засоби активного аеродинамічного впливу на процес спалювання, підігрів повітря до 200-250 °С в повітронагрівачі, який розташований в газоході котла. Допалювання газів здійснюється в вихровій камері, яка обладнана спеціальним виступом для стабілізації вихрового потоку. Для переміщення і шурування шару при великій зольності палива застосовуються плунжерні і секторні штовхачі [6].

Використання наведених технічних рішень для інтенсифікації процесу спалювання в котлах середньої теплопродуктивності є в більшості випадків неприйнятним в котлах малої теплопродуктивності.

У даній роботі запропоновано конструкцію опалювального котла малої теплопродуктивності для спалювання дров, кускового торфу та відходів деревини з двостадійним способом організації спалювання, який оснований на нових технічних рішеннях [7], що забезпечують ефективну роботу з екологічними показниками на рівні сучасних нормативних вимог.

Котел для спалювання дров та деревних відходів (рис. 2) містить камеру паливну (1) з люком (2) для завантажування палива та вікном (3) для виходу продуктів згорання, колосникову решітку (4) з коробом (5) первинного повітря, зольник (6), камеру спалювання (7), конвективний пакет (8), короб (9) вторинного повітря з соплами (10).

Стінки камери паливної (1) охолоджуються водою і покриті теплоізоляцією (11) з захисним покриттям з боку палива. Дно камери створює колосникова решітка (4), колосники якої розташовані на валах, що можуть бути зв'язані з приводами для шурування та повороту (на рисунку не показано).

На бокових стінках зольника (6) розташовані заслінки для подачі первинного повітря (на рисунку не показано). Сопла (10) вторинного повітря розташовані в зоні вихідного вікна з паливної камери (1) і обладнані профільними насадками (12) з перемінним перерізом для подачі вторинного повітря, які перекривають всю ширину вихідного вікна.

Котел працює на природній тязі димової труби наступним чином.

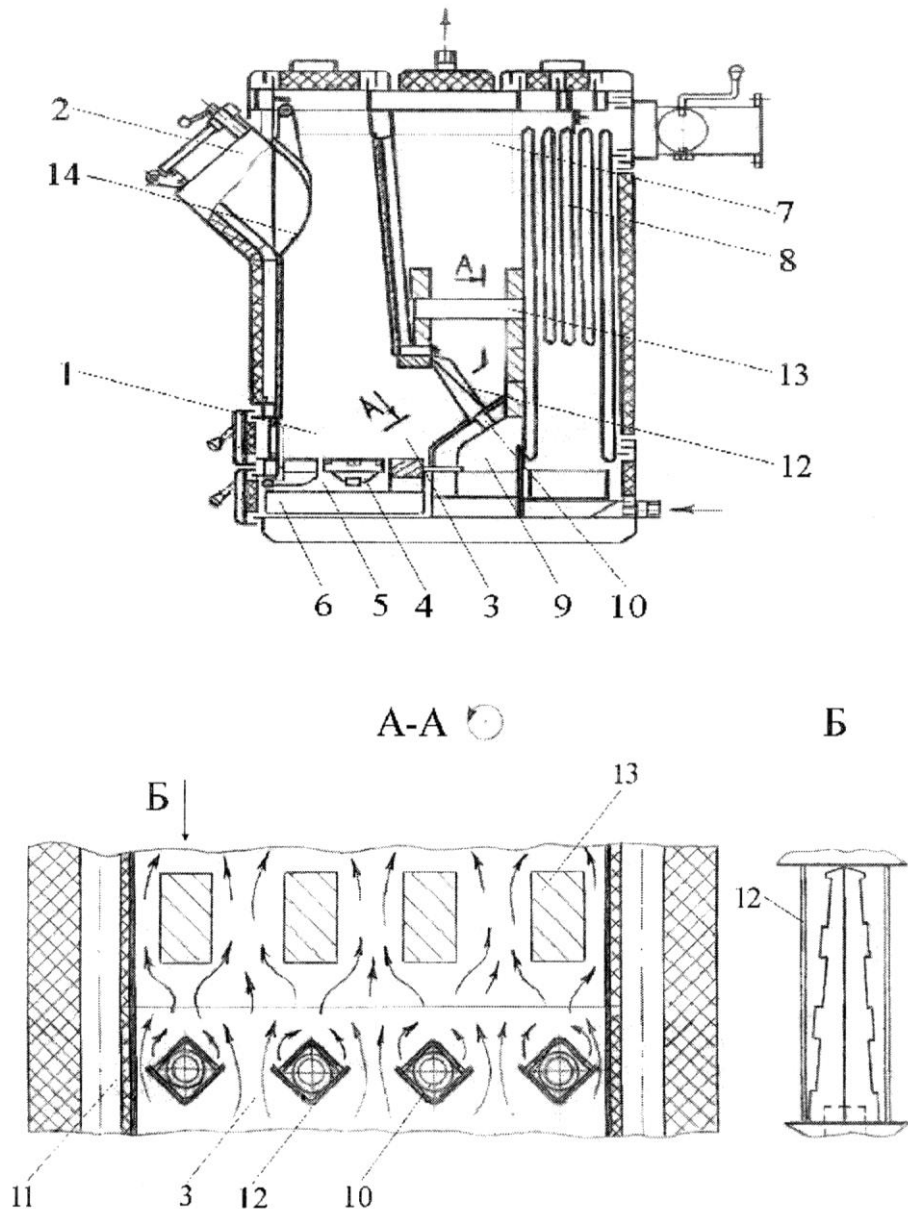
При наявності на колосниковій решітці (4) достатньої кількості розпеченого коксу паливну камеру (1) заповнюють паливом через люк (2) за допомогою шлюзового завантажувального пристрою (14).

Первинне повітря, що подається під колосникову решітку (4), проходить шар розпеченого деревного вугілля (кисневу зону), де кисень повітря сприяє вигоранню вуглецю з утворенням вуглекислого газу, який у відновлювальній зоні при відсутності кисню перетворюється в оксид вуглецю. Високотемпературні гази поступають частково на вихід із шару, а частково піднімаються вгору по камері, що сприяє піролізу деревини з виділенням летких речовин.

Продукти газифікації коксової зони і продукти піролізу деревини в камері паливній (1) виходять в камеру спалювання (7) крізь прозори між профільними насадками (12) на соплах (10) вторинного повітря. За кутниками профільних насадок, які повернуті вершиною назустріч потоку продуктів згорання, створюється зона відривання потоку - вихрова зона з пониженим тиском.

На границі вихрової зони створюються оптимальні температурні та концентраційні умови підпалювання горючих газів первинної суміші та свіжого вторинного повітря, подача якого не залежить від кількості первинного повітря.

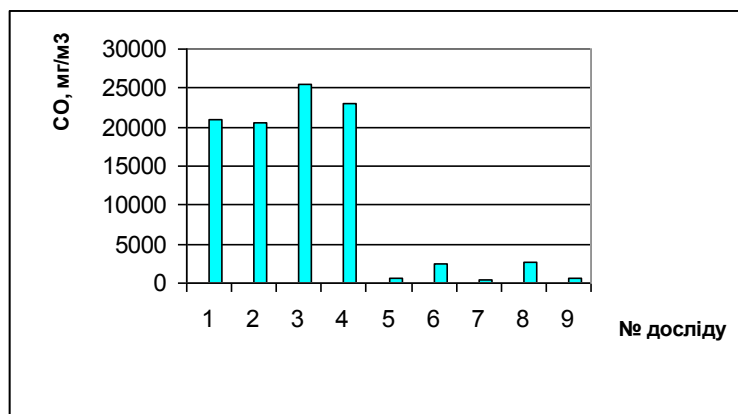
При спалюванні малозольних палив з малим вмістом дрібних часток колосникова решітка може бути обладнана нерухомими колосниками. У випадку спалювання високозольних палив та палив з великим вмістом дрібних часток ряд колосників обладнується приводом для шурування, а ряд колосників, розташованих ближче до шуровочних дверцят – приводом для повороту з метою скидання в зольник золи та шлаку.



*Рис. 2. Котел для спалювання дрів, кускового торфу та відходів деревини*

У даній конструкції котла сприятливі умови для процесу спалювання створені за рахунок: утеплення паливної камери теплоізоляцією з контрольованою теплопровідністю (ізоляція водоохолоджуваних поверхонь камери), обладнання сопел вторинного повітря спеціальними профільними насадками, обладнання камери спалювання вогнетривкими насадками. Такі технічні рішення забезпечили ефективне розподілення вторинного повітря в вихідному вікні паливної камери і зменшення впливу на нього витрати первинного повітря, створення оптимальних температурних і концентраційних умов для підпалювання газоповітряної суміші на вході в камеру спалювання і допалювання в ній.

Проведені дослідницькі та приймальні випробування котлів теплопродуктивністю 40 кВт і 80 кВт підтвердили ефективність прийнятих технічних рішень, в тому числі позитивний вплив утеплення паливної шахти на створення необхідних температурних умов для надійного підпалювання газів на виході з шару.



**Рис. 3. Вміст оксидів вуглецю у відхідних газах водогрійного котла при спалюванні дров:**

*1-4 - досліді на котлі з неутепленою паливною камерою;*

*5-8 – досліді на котлі з теплоізолюваною паливною камерою*

На рис. 3 наведено дані дослідницьких випробувань котла з паливною камерою, огороженою водоохолоджуваними стінками та після їх утеплення теплоізоляцією. У випадку, неізолюваних стінок температура газів на виході шару знижується, погіршується їх підпалювання і вміст оксидів вуглецю становить 19000–25000 мг/м<sup>3</sup>, що відповідає тільки III класу за нормативами вимогами. Установка на водоохолоджуваних стінках теплоізоляції забезпечує екологічні показники за I класом нормативних вимог (вміст оксидів вуглецю 300–2500 мг/м<sup>3</sup>).

За результатами приймальних випробувань на 63 котельно-зварювальному заводі (м. Івано-Франківськ) організовано серійне виробництво водогрійних котлів КС-Д-40 і КС-Д-80 для спалювання дров, кускового торфу та відходів деревини.

#### Література:

1. Гелетуха Г.Г. та ін. Концепція розвитку біоенергетики в Україні//Матеріали міжнародної конференції “Енергія з біомаси”. - Київ, 2002.
2. Юрченко В.І. Стан та перспективи розробки торфових родовищ в Україні//Матеріали науково-практичного семінару “Комплексний підхід щодо використання місцевих видів палива”.- Житомир, 2003.- С.13-19.
3. Макаров А.С., Козлова Л.Г., Міняйло А.Ф., Литвиненко Н.Н., Сенчук М.П., Прусский А.А. Водогрейные котлы для передвижных котельных установок //Водоснабжение и санитарная техника.- Москва, 1990.- № 4. – С. 12-14.
4. Борисов И.И., Халатов А.А. Теплогенераторы, работающие на биомассе: анализ рынка Украины// Промышленная теплотехника.- Киев, 2002.- Том 24, № 1.- С. 102-105.
5. Борисов И.И., Халатов А.А., Хлебников О.Е., Кобзарь С.Г. Двухстадийное сжигание древесины с вихровой эжекцией генераторного газа//Промышленная теплотехника.- Киев, 2002.- Том 24, № 6.- С. 56-60.
6. Макаров А.С., Сенчук М.П. Сучасне енергозберігаюче обладнання для опалювальних котелень//Збірник Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. – Київ, 2000. - № 15. – С. 121-124.
7. Пат. 50214 А Україна F24B1/02. Котел для спалювання дров, кускового торфу та відходів деревини/Макаров А.С., Сенчук М.П., Невструєва Г.М.; Державний науково-дослідний інститут санітарної техніки і обладнання будівель та споруд; . Заяв. 23.11.2001; Опубл. 15.10.2002, Бюл. №10.