

УДК 621.18

Д. В. Степанов, к. т. н., доц.;

С. Й. Ткаченко, д. т. н.; проф.,

Л. А. Боднар, асп.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕПЛОГЕНЕРУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ТВЕРДОМУ ПАЛИВІ

Подано результати систематизації інформації про роботу котлів, що працюють на твердому паливі потужністю до 100 кВт. Зіставлено і проаналізовано показники котлів вітчизняного та закордонного виробництва. Запропоновано шляхи підвищення енергетичної та екологічної ефективності котлів малої потужності.

Актуальність

Висока енергоємність та обтяжлива залежність економіки України від значних обсягів традиційного органічного палива (газу — 44 %, нафти — 17 %, вугілля — 22 %) для потреб енергетичної галузі (що тепер мають бути імпортовані за цінами, що зросли до світового рівня), складна екологічна ситуація в країні, яка значною мірою зумовлена шкідливими викидами в атмосферу традиційної енергетики зумовлюють пошуки шляхів виходу із ситуації, що склалась. Велика різноманітність водогрійних котлів на газовому [1] і рідкому паливі часто залишає осторонь такий перспективний клас теплогенерувального обладнання, як котли на твердому паливі. В нашій країні котли на твердому паливі частіше застосовуються в районах з низьким рівнем газифікації, для опалення будинків, дач, приміщень побутового призначення. Застосування такого обладнання доцільне як з економічної точки зору так і екологічної. За кордоном котли на різних видах твердого палива дедалі більше розповсюджуються в якості альтернативи установкам на імпортованих енергоносіях — природному газі та рідкому паливі. Великий інтерес до використання деревини в якості палива має декілька причин. По-перше, як зазначалось вище, можливість знизити залежність від імпортованих енергоносіїв; по-друге екологічна безпека рослинного палива, яке при спалюванні виділяє такий об'єм CO₂, який поглинається рослинами під час росту; по-третє, відходи деревообробної, сільськогосподарської та ін. галузей (відходи деревини, лушпиння с/г культур гречки, соняшнику і т. д.), розглядаються як різновид місцевого палива, використання якого поряд із місцем його отримання економічно ефективно. Метою даної роботи є систематизація наявної інформації по котлах та опалювальних печах потужністю до 100 кВт і сумісний аналіз їх показників.

Систематизація інформації та аналіз результатів

Систематизація інформації виконана на основі рекламних проспектів виробників, а також на основі інформації розміщеної на їхніх Internet сайтах. Котли на твердому паливі класифіковані за такими ознаками:

1. За функціональним призначенням (для опалення, для гарячого водопостачання).
2. За матеріалом, з якого виготовлений котел (чавун, сталь, кераміка).
3. За залежністю від електроенергії (енергозалежні, енергонезалежні).
4. За способом видалення відхідних газів (з штучною чи примусовою тягою).
5. За способом спалювання (пряме спалювання, з газогенерацією).
6. За способом завантаження (котли з переднім завантаженням, з верхнім, з ручною механізованою і автоматичною подачею палива).

Котли з переднім завантаженням [2] відрізняються тим, що камера згорання найчастіше становить одне ціле із камерою завантаження. Це дає змогу одночасно спалювати весь об'єм завантаженого палива. Продуктивність таких котлів — низька. Окремим недоліком можна виділити необхідність в щоденному розпалюванні, усуненні попелу через кожні кілька днів, очищення, принаймні раз на тиждень, димовідвідних каналів. В котлах з верхнім завантаженням камера згорання і камера завантаження розділені. Паливо зсипається з бункера і поступово згорає на колосниковій решітці. Ці котли характеризуються простішим керуванням, вищою продуктивністю, нижчим рівнем викидів забруднювальних речовин і меншим виходом попелу. Котли з автоматичною подачею

палива характеризуються кращою енергетичною ефективністю. В них паливо засипається у бункер, встановлений поруч із котлом, із якого за допомогою подавального пристрою транспортується до вмонтованої у котел спеціальної камери згорання. Відповідна ємність бункера уможливіє роботу котла без обслуговування до 4 — 5 днів.

Крім того, котли на твердому паливі поділяються на такі типи: класичні (які працюють лише на твердому паливі), універсальні (працюють на твердому, газоподібному і рідкому паливі) і газогенераторні котли.

В класичних котлах спалюються різні типи вугілля, деревина, тирса, торф, торф'яні і дерев'яні брикети, а також пілети. Деревина спалюється у вигляді дров чи мілкіших частинок (стружка, ошурки). Пілети отримують в результаті подрібнення і пресування відходів деревообробної промисловості. Ці гранули мають діаметр від 4 до 10 мм, довжину від 20 до 50 мм і теплоту згорання 14400 кДж/кг. ККД котла, що працює на пілетах сягає 90 %, в той час як, працюючи на інших видах твердого палива, з прямим спалюванням — 74...85 %.

Універсальні котли мають такі модифікації:

1. Робота на твердому паливі з пальниками для газу і рідкого палива;
2. Робота на твердому паливі із змінними пальниками для роботи на газоподібному чи рідкому паливі та вбудованим електронагрівником;
3. Робота на твердому паливі зі вбудованим пальником для рідкого і газоподібного палива та вбудованим електронагрівником.

Перевагою таких теплогенераторів є можливість безперебійного теплопостачання у разі відсутності одного або декількох видів палива. До недоліків можна віднести високу вартість такого обладнання.

Газогенераторні котли є відносно новими на сучасному ринку опалювального обладнання. Перевагою газогенераторних котлів є високий для такого типу обладнання ККД — до 85...90 % і простота регулювання потужності. Крім того такі котли екологічно чисті в роботі, в порівнянні з котлами на рідкому паливі. Відмінністю таких котлів від звичайних моделей є те, що в них горять не самі дрова, а газ, що виділяється з палива під впливом високої температури. Газогенераторний котел, як правило, виконується з двокамерною топкою. В першу камеру подається паливо і тільки частина необхідного для повного спалювання повітря. Тут відбувається часткове спалювання і газифікація палива. У другій камері за рахунок подачі вторинного повітря відбувається остаточне допалювання утвореного генераторного газу. При такому згоранні майже не утворюється попіл та сажа. Між камерами розташоване сопло, через яке газ із верхньої камери надходить до нижньої. Один з варіантів виконання газогенераторних котлів — сопло і камера допалювання виконані з жаростійкої кераміки, і складають одне ціле. Газогенераторні котли мають деякі недоліки: великі габарити; труднощі при спалюванні різнофракційного палива; залежність від електроенергії; більш висока ціна (в 2—4,5 рази більша ніж традиційного котла такої ж потужності). Серед виробників котлів з газогенерацією деревини можна відмітити такі: Dakon (Чехія) — моделі Dakon KP Pyro (сталеві) і Dakon Damat Pyro (чавунні), Viessman (Німеччина) — модель Vitolig150, Junkers (Німеччина), Atmos (Чехія), Eco-vimar Orlandi — модель Orlandi (Польща).

Слід зазначити, що ККД котлів на твердому паливі знаходиться на рівні 74...85 %, в зв'язку з високою температурою відхідних газів (150...220 °С), що пов'язана з властивістю твердих палив під дією високих температур утворювати смоли. При газифікації деревини, торфа, бурого вугілля, а також деяких видів кам'яного вугілля виділяється значна кількість смолянистих речовин, які конденсуються, якщо охолоджується газ. Смолянисті речовини важко виділити з газу, оскільки їх дрібні частинки являють собою заповнені газом бульбашки, що легко відносяться [4]. Якщо відсутні спеціальні пристрої для уловлювання смол, то з димових газів, що проходять по димоходу і охолоджуються, смоли осідають. Це призводить до засмічування димоходу, зменшення площі перерізу для проходу газів, а також до загорання димоходу. Тому для підвищення ККД котлів на твердому паливі необхідно розробляти технології ефективного спалювання палива, отримання безсмольного газу, ефективного уловлювання смол.

Факторами, які прийняті до уваги під час систематизації інформації, обрані такі: 1) потужність котла, кВт; 2) ККД котла, %; 3) наявність функції гарячого водопостачання; 4) матеріал котла; 5) питома вага котла, кг/кВт; 6) питомі габарити котла, м³/кВт; 7) питомий об'єм котлової води, л/кВт; 8) наявність функції газогенерації; 9) залежність від електроенергії; 10) система відведення димових газів. 11) об'єм камери завантаження, л/кВт. Розглянуті були котли та печі вітчизняного виробництва на твердому паливі потужністю до 100кВт «Данко» (м. Рівне), «Буллер'ян» (тов. «ВИТ» м. Київ), «Термо» (ЗАТ «Термо»), «Петра 2М» (м. Рівне), «АН@ТОЛ» (м. Вінниця), закордонні теплогенератори «Atmos», «Viadrus», «Опор», «Dakon Dog», «Logica», «Protherm» (Чехія), «Buderus», «Vitolig», «Junkers» (Німеччина), «Demrad Solitec» (Туреччина), «Kalvis» (Латвія), «Sime», «Ferroli» (Італія), «КЧМ Комби», «Зембец», «ОЧАГ» (Росія) [5—13].

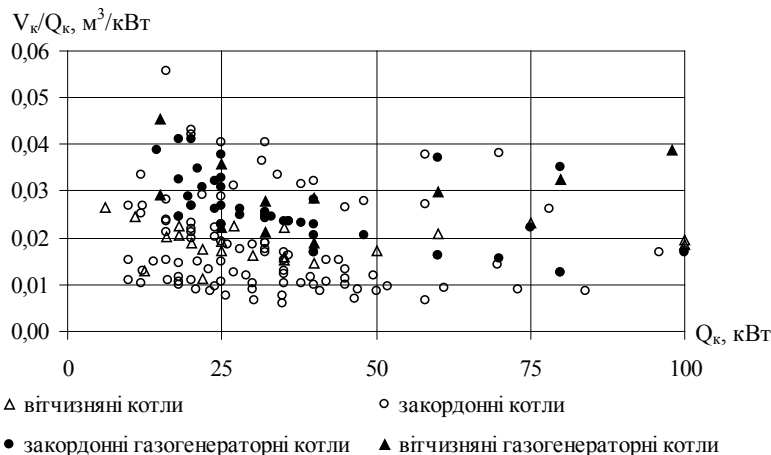


Рис. 1. Залежність питомих габаритів котлів V_k/Q_k від їх потужності

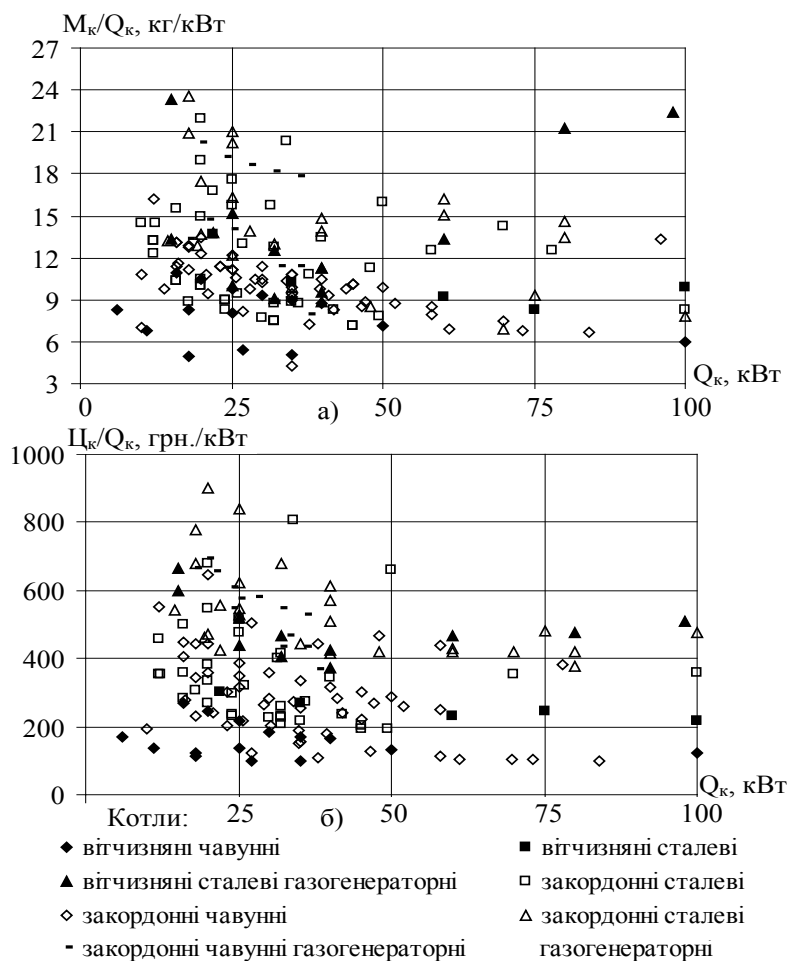


Рис. 2. Залежність питомої маси котла M_k/Q_k (а) та питомої вартості котлів Π_k/Q_k (б) від їх потужності Q_k та матеріалу котла

Результати систематизації показані на рис. 1, 2.

Аналіз результатів систематизації показує, що ринок опалювального обладнання на твердому паливі зосереджений в межах 5...60 кВт. Як українські так і закордонні виробники майже не випускають котлів потужністю 60...100 кВт. А саме таке обладнання необхідне для централізованого опалення громадських та інших будівель, особливо в сільській місцевості та районних центрах. Слід зазначити, що для виробництва котлів на твердому паливі українські виробники в основному використовують сталь або чавун. За кордоном, крім згаданих матеріалів набули поширення котли з елементами термостійких матеріалів (кераміки, майоліки), що дозволяє збільшити термін використання теплогенератора. В цілому габаритні розміри та маса вітчизняних котлів знаходяться на рівні показників закордонних апаратів, за нижчою ціною. Слід зазначити, що українські виробники майже не випускають газогенераторних котлів, хоча саме такі котли забезпечують високий ККД і екологічну чистоту спалювання палива, і з огляду на темпи забруднення навколишнього середовища є досить актуальними і перспективними.

Закордонні виробники засто-

совують високоякісну автоматику, що дозволяє регулювати якість спалювання, температуру теплоносія, та багато інших параметрів, а це, в свою чергу, призводить до значно вищої ціни на законне обладнання, ніж на українське. Крім того, закордонні виробники застосовують в котлах контури захисту від перегріву води, що здорожчує котел на 4...6 %.

Висновки

В зв'язку із значним здорожанням природного газу, виникла потреба у широкому впровадженні котлів на твердому паливі, особливо для спалювання органічних відходів. Огляд ринку опалювального обладнання на твердому паливі показав, що більшість котлів мають потужність до 60 кВт, а для впровадження таких технологій в адміністративних та громадських будівлях необхідні котли потужністю 60...100 кВт. Найбільш енергоефективними та екологічно чистими та зручними в експлуатації є котли з газогенерацією. Тому вітчизняним розробникам обладнання варто приділяти увагу створенню таких котлів. Оскільки ККД котлів на твердому паливі знаходиться в межах 74...90 %, слід розробляти технології підвищення енергоефективності: зменшення температури відхідних газів; створення зон високих температур, з метою допалювання смол; уловлювання теплоти водяної пари; зменшення коефіцієнту надлишку повітря тощо. Для покращення експлуатаційних характеристик котлів варто розробляти конструкції, що надійно і ефективно спалюють вологе ($W^p > 25\%$) і різнофракційне паливо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов Д. В. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 100кВт / Степанов Д. В., Ткаченко С. Й., Чорна І. Г. // Вісник Хмельницького національного університету. — 2006. — № 1. — С. 114 — 117.
2. Котли для твердого палива // Ринок інсталяційний. — 2008. — № 4. — С. 28.
3. Промышленные котлы на твердом топливе. — Режим доступа: <http://www.aqua-therm.ru>.
4. Гинзбург Д. Б. Газификация твердого топлива / Гинзбург Д. Б. — М.: Государственное изд-во лит. по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. — 200 с.
5. МЧП «ВИТ» отопительное оборудование. — Режим доступа: <http://www.vit-kyiv.com.ua>
6. ЧПФ Ретра — производство отопительных котлов на твердом топливе. — Режим доступа: <http://www.retra.com.ua>
7. Protherm. Сайт «Вайллант группа Украина». — Режим доступа: <http://www.protherm.com.ua>.
8. Ferroli. Режим доступа: <http://www.ferroli.ua/company>.
9. Официальный интернет-магазин Sime. — Режим доступа: <http://www.sime.ru>.
10. Dakon. Котлы на твердом топливе. — Режим доступа: <http://www.dakon.ru>.
11. Режим доступа: <http://www.junkers.ua>.
12. Твердотопливные котлы Solitech. — Режим доступа: <http://www.demrad.com.ua/? Section=25>.
13. Viessmann. — Режим доступа: <http://www.viessmann.com.ua>.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 3.06.08
Рекомендована до друку 14.06.08

Степанов Дмитро Вікторович — доцент, **Ткаченко Станіслав Йосипович** — завідувач кафедри, **Боднар Лілія Анатоліївна** — аспірант.

Кафедра теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет