

## ЕФЕКТИВНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ м. Києва

Загальними глобальними проблемами у світовій енергетиці, у тому числі в Україні, є економія палива, особливо природного газу, і захист повітряного басейну від шкідливих викидів енергоджерел і в першу чергу теплоджерел, розміщених у міських поселеннях. В Україні ці проблеми ускладнюються гострим дефіцитом енергоресурсів, що зв'язане не тільки з обмеженістю ресурсів палива, але і нераціональним його використанням. Аналіз паливного балансу України показує, що однією з причин цьому є низький коефіцієнт використання палива (к.в.п.) в котлах енергоджерел (ГРЕС, ТЕЦ, котельні) через високу (до 200 °С) температуру вихідних газів.

При спалюванні природного газу відсутні втрати теплоти від механічної і хімічної неповноти згорання і єдина втрата — це з газамі, що відходять, де явна втрата навіть у найбільш ефективних котельнях складає 5—6% по нижчій теплоті згорання, а з урахуванням прихованої теплоти конденсації водяних парів по вищій теплоті згорання природного газу — 16—18%. Єдиним шляхом відчутного підвищення к.в.п. котельних установок, що працюють на природному газі, і відповідно зниження його витрати, є глибоке охолодження продуктів згорання нижче температури “точки роси”, що практично можна здійснити в контактних економайзерах (КЕ), з теплообмінними керамічними насадками.

Принцип дії КЕ полягає у здійсненні процесів тепломасообміну при безпосередньому контакті середовищ яке гріє (вихідних газів) і яке нагрівається (сирої води). Розробка і впровадження КЕ було розпочато в Україні, ще в 60-і роки і за минулий період введено в експлуатацію більше 100 апаратів, у тому числі на великих енергетичних котлах паропродуктивністю від 45 до 210 т/год. Багаторічний досвід досліджень і експлуатації КЕ показав їхню високу ефективність: підвищення к.в.п. у котлах на 12—16%; зниження викидів в атмосферу до 90% NO<sub>2</sub>, до 70—80% бенз(а)пирена, у 2—2,5 раза теплоти і водяної пари. Строк окуп-

ності капітальних вкладень у спорудження КЕ не перевищує одного року. Якість води в процесі контактного нагрівання в КЕ практично не змінюється, за винятком збільшення концентрації  $\text{CO}_2$ , що потім майже відновлюється до вихідної при продувці води повітрям у контактних декарбонізаторах. КЕ застосовуються як джерело одержання гарячої води для промислових підприємств, житлово-комунального господарства, систем виробничого гарячого водопостачання, а також для готування підживлювальної води теплових мереж і живильної води котлів. При цьому в КЕ вода нагрівається до відносно низької температури ( $50\text{—}60^\circ\text{C}$ ), що звужує область їхнього використання, особливо на електростанціях (ГРЕС, ТЕЦ) і в районних котельнях (РК), де основним споживачем низькотемпературної води є хімоводоочистки (ХВО). У той же час 1 Гкал/год теплової потужності котла дозволяє нагріти в КЕ газами, що відходять, 2,5—3,5 т/год води. Наприклад, у КЕ водогрійного котла КВ-ГМ-100-150 нагрівається 250—350 т/год води. Вихід був знайдений за рахунок розробки контактного повітропідігрівника (КП) з використанням у ньому нагрітої в КЕ води для підігріву і зволоження дутьєвого повітря котла і створення комплексної системи на базі КЕ і КП із поверненням теплоти газів, що відходять у топку котла.

Найбільш характерні принципи схеми комплексних систем — з роздільним і блоковим розміщенням КЕ і КП. Більш ефективною і менш витратною є блокова схема, а застосування роздільної залежить від умов розміщення котлів, особливо в існуючих котельнях. У роздільній схемі вихідна сира вода, нагріта в КЕ газами, що відходять, направляється через декарбонізатор, відкільа охолоджена повертається в КЕ. У блоковій схемі вода з КЕ самопливом цілком надходить у КП. Робота обох схем цілком автоматизована, а за рахунок зволоження дутьєвого повітря в КП істотно знижується утворення в топці котла  $\text{NO}_x$ , бенз(а)пирена, формальдегідів, важких вуглеводнів,  $\text{CO}$  і інших шкідливих речовин. Передбачений байпас частини вихідних газів, мимо КЕ для підтримки температури газів перед димарем на  $15\text{—}20^\circ\text{C}$  вище “точки роси”.

Більш 10-ти років успішно експлуатуються комплексні системи за роздільною схемою на ТЕЦ-24 м. Держжинська (Росія) і за блоковою схемою в котельні м. Усти над Лабем (Чехія) по проектах ВАТ “Укр-енергопром” (м. Київ). На цих об’єктах отримане збільшення теплової потужності котлів за рахунок КЕ на 11—12%, зменшення річної витрати природного газу до 8%, зниження викидів  $\text{NO}_x$  у 2,5—3 рази, теплоти і водяної пари у 2—3 рази, зменшення витрати сирі води для до 50%.

На відміну від КЕ, застосовуваних на котлах при спалюванні тільки газу, КП установлюються при роботі котлів на будь-якому виді палива з використанням теплої води яких завгодно джерел.

Мається позитивний досвід експлуатації КП, у тому числі на паровому котлі 1000 т/год на Каширській ГРЕС і водогрійному 50 Гкал/год у котельні ВО “Зоря” м. Держинська (Росія), що працює на мазуті. За рахунок установки на цих котлах КП отримане зниження викидів NOx на 40—50%.

У ВАТ “Укренергопром” розроблені проекти комплексних систем для парових (від 6 до 1000 т/год) і водогрійних (від 10 до 180 Гкал/год) котлів ТЕЦ і котельень у різних регіонах СНД, у тому числі для великих РК м. Москви з котлами КВ-ГМ–100–150. Завершене будівництво комплексних систем за блоковою схемою на 2-х таких котлах у РК “Позняки” м. Києва. Проекти захищені авторськими свідоцтвами і патентами.

У статті наведений узагальнений аналіз застосування КЕ і КП, що базується на численних звітах експлуатації, висновках спеціалізованих організацій і публікаціях.

Досвід експлуатації КЕ і КП дозволив у 1995 р. Держбуду України і надалі в нормативах Держкоменергозбереження України прийняти рішення про впровадження в проектах нових і реконструйованих газових ТЕЦ і котельень контактних теплоутилізаторів.

Розглянемо можливість і ефективність застосування систем теплоутилізації на теплогерелах м. Києва. Теплопостачання міста здійснюється централізовано в основному від 3-х ТЕЦ і 12-ти великих опалювальних РК, з яких по можливості розміщення й очікуваного ефекту обрані дві ТЕЦ (Дарницька і ТЕЦ–5) і чотири РК (Воскресенська, СТ–1, СТ–2 і Біличі), а також п’ята споруджувана РК “Позняки”. Проектом теплопостачання м. Києва, який фінансується Світовим Банком, передбачені реконструкція і розширення ТЕЦ–5, СТ–1, СТ–2 і будівництво РК “Позняки” з устаткуванням їх системами теплоутилізації вихідних газів.

Докладно розроблені три варіанти систем теплоутилізації, що можуть бути реалізовані на теплогерелах м. Києва.

**Варіант I** — На одному існуючому водогрійному котлі КВ-ГМ–100–150 (100 Гкал/год) РК “Воскресенська” із блоковим розміщенням КЕ і КП.

**Варіант II** — На одному існуючому паровому котлі ТП–47 (220 т/год) Дарницької ТЕЦ переобладнуються непрацюючі скрубери

(раніше використовувалися при спалюванні вугілля) під КЕ і створюється система вприскування води у повітропроводи котла. КЕ утилізує теплоту вихідних газів, а нагріта вода подається в котельню і для вприскування у повітропроводи котла.

**Варіант III** — Реконструкцією СТ-1 передбачається установка нових п'яти водогрійних котлів БКЗ-КВ-100ГМ-2 і модернізацію трьох існуючих ПТВМ-100-150. Усі котли — по 100 Гкал/год. У даному варіанті приймається спорудження систем за блоковою схемою на 5-ти нових котлах і тільки КП на 3-х існуючих. Вода, нагріта в КЕ нових котлів, використовується в котельні й у КП усіх котлів. Цим підвищується ефективність використання КЕ нових котлів і к.в.п. котельні в цілому.

Установка теплоутилізаторів тільки на одному котлі в РК “Воскресенська” і Дарницької ТЕЦ і на всіх котлах СТ-1 дозволить одержати:

- ◆ економію природного газу більш 30 млн м<sup>3</sup>/ рік або понад 7% від витрати без утилізаторів;

- ◆ підвищення встановленої теплової потужності котлів на 62,5 Гкал/год, що дозволить закрити малі котельні чи не споруджувати відповідні нові котлові потужності;

- ◆ поліпшення соціально-екологічної обстановки за рахунок зменшення шкідливих викидів, витрати води і зниження собівартості теплової енергії.

Слід зазначити, що строк окупності витрат у будівництво систем виходить з потрібних капіталовкладень безпосередньо в систему й одержуваного при цьому прибутку. Однак питома вартість встановленої теплової потужності КЕ в цінах 2000 р. складає 50—60 тис грн./ (Гкал/год) і ці витрати в 5—6 разів менші, ніж у котельні, що знову споруджується (290—300 тис грн./ (Гкал/год)).

Відповідно до розрахунків впровадження аналогічних систем на всіх семи першочергових теплоджерелах м. Києва дозволить одержати економію природного газу до 130 млн м<sup>3</sup>/рік при збільшенні встановленої котлової теплової потужності до 350 Гкал/год, що рівноцінно спорудженню 6-ти нових водогрійних котлів.

## Висновки

1. Накопичено багаторічний позитивний досвід створення й експлуатації роздільних, а також комплексних утилізаційних систем при спільній установці на котлах КЕ і КП.

2. Комплексні утилізаційні системи є єдиним заходом, що дозволяє вирішувати одночасно питання економії природного газу і зниження шкідливих викидів в атмосферу, а також одержувати значний соціальний ефект завдяки зниженню собівартості вироблення теплоти і споживання сирової води.

3. Системи прості у виготовленні і монтажі, не вимагають спеціального замовленого складного устаткування, цілком автоматизовані і надійні в експлуатації.

4. У Києві є сучасна база для впровадження систем, що включає:

◆ наявність діючих великих газових котлів, модернізацію яких для підвищення к.в.п. і зниження шкідливих викидів найбільше економічно здійснювати за рахунок маловитратних і швидко споруджуваних систем теплоутилізації і газоочистки.

◆ наявність досвідчених і висококваліфікованих наукових і проектно-конструкторських колективів для створення і впровадження комплексних систем, у тому числі інститути ТТФ і Газу НАН України, ВАТ “Укренергопром”, ЗАТ “Промгазопарат” та інші;

◆ досвід Бучанського механічного заводу (Київська область) у створенні устаткування для комплексних систем РК “Позняки”, на якому може бути організована виробнича база для виготовлення і постачання КЕ і КП.

## Список літератури

1. Н. Ф. Онищенко, Л.И. Кукушкин, А.Е. Свичар. Энергосбережение и охрана окружающей среды в проектах ОАО “Укрэнергопром”// Пром. энергетика. — 1997. — № 10. — С. 54—55.

2. Низкотемпературная система теплоснабжения промышленных предприятий /А. А. Худенко, В. И. Кулик, А. Е. Свичар и др. // Энергетика... (Изв. высших учебных заведений). 1989. — № 5. — С. 65—69.