

*В.А. Колієнко, асистент
А.І. Купріян, магістрант
Полтавський національний технічний
університет імені Ю. Кондратюка*

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ КОТЛІВ НА БІОПАЛИВІ У СКЛАДІ КОМБІНОВАНИХ КОТЕЛЬНИХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Розглянуто проблему диверсифікації природного газу відновлювальними видами палива. Запропоновано та проаналізовано доцільність виробництва теплоти на котельних комбінованого типу з твердопаливними та газовими котлами. Розроблено методику визначення оптимальної потужності твердопаливних котлів що дозволяє зменшити капітальні витрати для будівництва котелень що працюють на біомасі.

При використанні біопалива в системах централізованого теплопостачання необхідно враховувати такі особливості використання біомаси як палива:

- залежність від атмосферних, та інших умов навколишнього середовища;
- залежність виходу біомаси від обсягів врожаю;
- фізико-хімічні властивості біомаси як палива.

Таким чином виникає необхідність у проектуванні теплогенеруючих потужностей на біомасі разом із теплогенеруючими агрегатами на природному газі.

Сьогодні формується епоха нових принципів використання природного газу з відновлювальними джерелами енергії, у тому числі і біопаливом. Через те, що газові котли мають вищий рівень технологічності, та можливість автоматизації, їх доцільніше використовувати у піковому режимі, а котли на біомасі – в основному, базовому.

Найбільш характерними тепловими навантаженнями для районів житлової забудови є навантаження на гаряче водопостачання ($Q_{ГВ}$) та опалення ($Q_{ОВ}$) (з урахуванням вентиляції). Співвідношення між ними залежить від типу забудови та рівня комфортності житла.

При виборі потужності котлів на біопаливі у складі комбінованих котельних зазвичай використовують випадкове, нічим не обґрунтоване співвідношення потужностей котлів на біомасі (N_6) та котлів на природному газі ($N_Г$). Часто, в якості основного критерію приймають, що котел на біомасі повинен закривати навантаження на гаряче водопостачання споживачів теплоти ($N_6 = Q_{ГВ}$). При цьому не враховуються економічні показники роботи таких комбінованих котельних та обґрунтованість такого вибору.

У роботі були виконані розрахунки по визначенню річної кількості теплоти, яка буде вироблятися котлами на біопаливі та природному газі при різних співвідношеннях, встановлених потужностей цих котлів, а також різних співвідношеннях теплового навантаження на гаряче водопостачання та опалення. Частку потужності котлів на біопаливі (g_6) та частку потужності газових котлів від загальної потужності котельні N_{Σ} , визначаємо за залежностями (1) та (2), відповідно.

$$g_6 = N_6 / N_{\Sigma}; \quad (1)$$

$$g_Г = 1 - g_6 = N_Г / N_{\Sigma}. \quad (2)$$

Частка навантаження на гаряче водопостачання ($r_{ГВ}$) визначаємо за залежністю (3):

$$r_{ГВ} = Q_{ГВ} / (Q_{ГВ} + Q_{ОВ}). \quad (3)$$

Річну кількість виробленої теплоти визначають враховуючи тривалість періодів повторюваності температур зовнішнього повітря відповідно до довідникових даних [1].

Для оцінювання частки річної кількості теплоти виробленої котлами на біопаливі використовують показник f , який визначається за залежністю:

$$f = Q_6^{\text{рік}} / Q_{\Sigma}^{\text{рік}}, \quad (1.4)$$

де $Q_6^{\text{рік}}$ – річна кількість теплоти, що виробляється котлами на біомасі, кВт·год;
 $Q_{\Sigma}^{\text{рік}}$ – загальна річна кількість теплоти, що виробляється у комбінованій котельні кВт·год.

У роботі були виконанні розрахунки з визначення показника f за різних значень g_6 та $r_{гв}$. Розрахунки виконані для кліматичних умов м.Харків. Результати розрахунків приведені на рис.1.

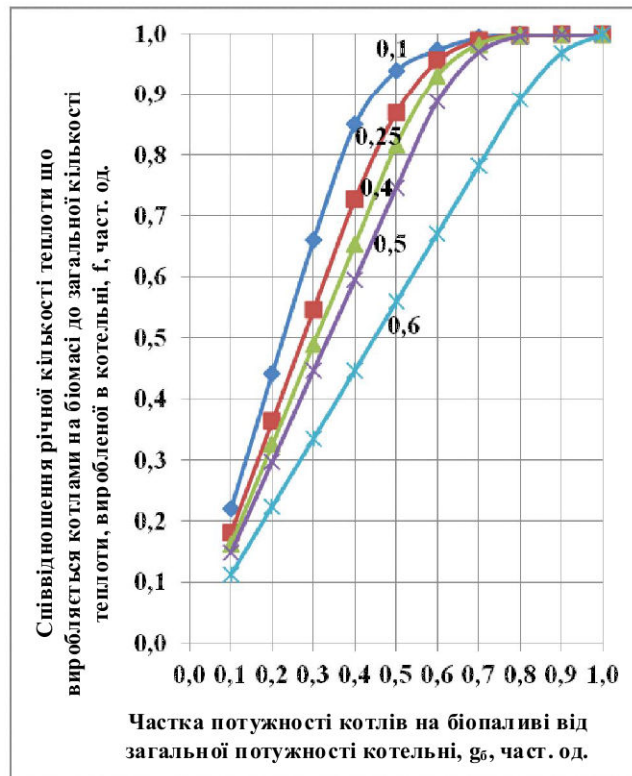


Рис.1. Графіки залежності показника f від g_6 та $r_{гв}$.

Аналізуючи графіки зображені на рис.1 можна зробити висновок, що співвідношення кількості теплоти, що виробляється протягом року котлами на біопаливі до загальної кількості теплоти (f) змінюється непропорційно зміні співвідношення потужності котла на біопаливі до загальної потужності котельні (g_6). Так, до прикладу, при значенні $g_6 = 0,5$ (рівне співвідношення потужностей) та $r_{гв} = 0,1$ частка майже 95% загальної річної теплової енергії виробляється саме твердопаливними котлами, то ж подальше збільшення частки потужності високовартісних котлів на біомасі є недоцільним. При збільшенні показника $r_{гв}$ частка річної теплоти, що відпускається твердопаливними котлами, зменшується.

Отримані графіки дають можливість визначити доцільну потужність котлів на біомасі в залежності від різних факторів, але не дозволяє оптимізувати її. Для цього виконаємо більш детальний аналіз.

Ціни на біопаливо та природний газ в умовах України наразі такі, що використання альтернативних джерел теплоти для теплопостачання житлових будинків економічно недоцільне, але для громадських будівель, для яких вартість природного газу вища, використання біопалива дає економічний ефект. Збільшення теплової потужності біокотлів, а відтак і кількості виробленої теплоти – збільшує такий ефект.

Але обсяг інвестицій на встановлення біокотлів та допоміжного обладнання

значно перевищує інвестиції на встановлення газових котлів. Такий різновекторний вплив частки біопаливних котлів призводить до необхідності визначення оптимальної потужності котлів на біомасі.

Для вирішення цієї задачі складемо функцію оптимізації яку необхідно дослідити на екстремум. Як така функція було складено залежність (5) для визначення приведеної вартості комбінованої котельні (П) з врахуванням деяких обмежень.

$$\Pi = K \cdot 1/T + \Theta = [b_r (1-g_6) N_{\Sigma} + b_6 g_6 N_{\Sigma}] \cdot 1/T + k[(1-g_r)N_{\Sigma}/Q_{\text{нг}}^P C_r + g_6 N_{\Sigma}/Q_{\text{но}}^P C_6] \rightarrow \min. \quad (5)$$

На рішення задачі накладаються такі обмеження:

$$g_r + g_6 = 1; \quad (6)$$

$$g_r N_{\Sigma} + g_6 N_{\Sigma} = N_{\Sigma}, \quad (7)$$

де Π – приведені витрати для будівництва та експлуатації комбінованої котельні,

грн;

K – капітальні витрати на будівництво котельні, грн;

E – експлуатаційні витрати, грн;

T – нормативний період експлуатації обладнання, рік;

b_r, b_6 – питома вартість теплогенеруючого обладнання, що працює на природному газі та біопаливі, відповідно, грн/кВт;

N_{Σ} – загальна потужність котельні, кВт;

g_r, g_6 – частка від загальної потужності котельні теплогенеруючого обладнання, що спалює природний газ та біомасу, відповідно, част.од.;

k – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати грошових коштів необхідних для експлуатації котельні відносно вартості палива, част.од.;

C_r, C_6 – вартість природного газу та біомаси, відповідно, грн/м³ та грн/кг, відповідно;

$Q_{\text{нг}}^P, Q_{\text{но}}^P$ – нижча теплота згорання природного газу та біомаси на робочий склад, відповідно, кВт·год/м³, кВт·год/кг.

Дослідження функції оптимізації на екстремум дає можливість отримати залежність для визначення величини відносної потужності твердопаливних котлів у комбінованій котельні за умови, що інші величини рівняння (5) постійні.

Виконані дослідження показали, що визначення оптимальної теплової потужності котлів на біопаливі у складі комбінованих котельних систем теплопостачання є складною задачею, яку необхідно розв'язувати з врахуванням комплексу вихідних даних, які мають суттєвий вплив на результат оптимізації.

Для найбільш поширеного значення величини $g_{\text{гв}} = 0,4 - 0,6$ збільшення потужності твердопаливних котлів вище $g_6 = 0,6 - 0,7$ є недоцільним.

Література

1. *Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей / В.И. Манюк [и др.]. – М.: Строиздат, 1988. – 432 с.*

2. *Гелетуха Г.Г. Біомаса як паливна сировина / Г.Г. Гелетуха, М.М. Жовмір, Є.М. Олійник, С. В. Радченко // Поромислова теплотехніка. – 2011. – т.33, № 5. – С. 76 – 84.*

3. *Мацюк Д.В. Економіко-математичні та еколого-енергетичні аспекти використання сухої біомаси як альтернативного джерела енергії / Д.В. Мацюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – №5. – С. 111 – 113.*

4. *Высоцкий С.П. Применение биомассы как альтернативного источника энергоснабжения / С.П. Высоцкий, А.А. Чернюк // Вісті автомобільно-дорожнього інституту. – 2007. - №2. – С. 191 – 197.*