

УДК 631.22:632

Ефективність системи теплопостачання культивацийних споруд з використанням вторинних енергетичних ресурсів

Б.Х. Драганов¹, Н.В. Чепурна², М.А. Кириченко³

¹д.т.н., професор, Інститут енергетики і автоматики НУБіП України

²к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури

³к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури

Викладено ексергетичний метод визначення ефективності теплообмінних апаратів для системи теплопостачання культивацийних споруд з використанням вторинних енергетичних ресурсів.

Ключові слова: ексергія; ефективність; ВЕР; культивацийні споруди.

Вступ. У всіх системах енергопостачання, як правило, в навколишнє середовище викидається значна кількість вторинних енергоресурсів, які можуть бути ефективно використані для теплопостачання. Прикладом подібних джерел енергії можуть служити скидна теплота компресорних станцій магістральних газопроводів; нагріті вентиляційні викиди; відхідні гази дизельних електростанцій та інше. Вторинні енергоресурси (ВЕР) використовують для теплопостачання різних об'єктів, у тому числі культивацийних споруд захищеного ґрунту.

Ефективність системи теплопостачання залежить від енергетичних показників використаних теплообмінних апаратів для даної системи. В даний час існує декілька способів інтенсифікації процесу теплообміну. Однак посилення теплообміну супроводжується формуванням турбулентних вихорів в потоці і, отже, зростання гідравлічного опору.

Для оцінки теплогідравлічної характеристики каналів теплообмінного апарату використовують такі показники: стандартне уявлення інтенсифікації теплообміну ($\overline{N}_u = N_u / N_{u_0}$) і збільшення гідравлічного опору ($\overline{f} = f / f_0$), де параметри N_u і f відносяться до інтенсифікації теплообміну, а N_{u_0} та f_0 - до стандартного каналу [1, 2]. У цих залежностях N_u - критерій Нуссельта, f - показник гідравлічного опору.

З чого випливає, що показником ефективності теплообмінних апаратів з інтенсифікації процесу передачі теплоти служить критерій:

$$\eta = (N_u / N_{u_0}) / (f / f_0). \quad (1)$$

Оскільки процеси теплообміну і тертя незворотні, то більш інформативним і обґрунтованим критерієм теплогідравлічної ефективності є ексергія [3, 4].

Втрати ексергії в теплообмінному апараті можуть бути визначені:

$$\sum E_i = E_T + E_p + E_u, \quad (2)$$

де E_T - втрати ексергії через кінцеву різницю температур; E_p - втрати ексергії через гідравлічний опір теплообмінного апарата (ТА); E_u - втрати ексергії із за теплообміну з навколишнім середовищем.

Втрати ексергії при теплообміні в умовах кінцевої різниці температур, тобто втрати в навколишнє середовище будуть становити:

$$E_T = Q\tau_e, \quad (3)$$

де Q - тепловий потік; τ_e - ексергетична температурна функція, яка дорівнює:

$$\tau_e = (T - T_{o.c.})/T,$$

де $T_{o.c.}$ - температура навколишнього середовища.

Визначити втрати ексергії через гідравлічний опір можемо за формулою:

$$E_p = T_{o.c.} \Delta s_p = -T_{o.c.} R \int_{p_{ex}}^{p_{вх}} \frac{dp}{p} = T_{o.c.} R \ln \frac{p_{вх}}{p_{ex}}, \quad (4)$$

де Δs_p - зміна ентропії в системі, обумовлена втратами тиску; R - газова стала; p - тиск.

При $\Delta p/p_{вх}$ з рівняння (4) можна отримати більш спрощене рівняння:

$$E_p = GRT_{o.c.} \Delta p / p_{вх}, \quad (5)$$

де G - масова витрата теплоносія, Δp - втрати тиску в каналі.

Сумарні втрати ексергії через кінцеву різницю температур (E_T) і через гідравлічний опір (E_p) визначаються за наступними формулами:

$$E = E_T + E_p = \left[Q \left(1 - \frac{T_{o.c.}}{T} + GRT_{o.c.} \Delta p / p_{вх} \right) \right] \quad (6)$$

або

$$E = E_T + E_p = \left[Gc_p \frac{T - T_{o.c.}}{T} + GR\Delta p / p_{вх} \right] T_{o.c.} \quad (7)$$

де c_p - ізобарна теплоємність теплоносія.

Втрати ексергії через теплообмін з навколишнім середовищем:

$$E_u = Q\bar{\tau}_{en} G_n q_n \bar{\tau}_{en} + G_o q_o \bar{\tau}_{eo}, \quad (8)$$

де $G_{n(o)}$ - масова витрата теплоносія, що нагрівається (охолоджується);

$q_{n(o)}$ - кількість тепла, для нагрівання (охолодження) потоку на одиницю масової витрати; $\bar{\tau}_{en(eo)}$ - середня ексергетична температура ізоляції з боку потоку, що нагрівається (охолоджується).

Ексергетичний ККД теплообмінного апарату дорівнює відношенню ексергії, що відводиться із системи $E_{вх}$, до підведеної ексергії:

$$\eta_{ex} = \frac{E_{вих}}{E_{вх}} = \frac{E_{вх} - E_T - E_p - E_u}{E_{вх}} \quad (9)$$

Висновки. Проведений аналіз показав що втрати ексергії через теплообмін з навколишнім середовищем незначні, і ними можна знехтувати. В подальшому ексергетичний аналіз може бути доповнений ексергоекономічною оптимізацією, що представляє собою поєднання ексергетичного і вартісного показника в їх взаємозалежності.

Література

1. Халатов А.А. Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных сил. Т.5. Тепломассообмен и теплогидравлическая эффективность вихревых и закрученных потоков./А.А. Халатов, И.И. Борисов, С.В. Шевцов – Киев: ИТТФ НАН Украины, 2005.
2. Калинин Э.К. Интенсификация теплообмена в каналах. / Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер, С.А. Ярхо – М.: Машиностроение, 1981.
3. Эксергетические расчеты технических систем: Справ пособие / В.М. Бродянский, Г.П. Верхивкер, Я.Я. Карчер и др. под ред. А.А. Долинского и В.М. Бродянского, Киев: Наукова думка, 1991.
4. Кафаров В.В. Оптимизация теплообменных процессов и систем. / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, Л.В. Гурьева – М.: Энергоатомиздат, 1988.

Эффективность системы теплоснабжения культивационных сооружений с использованием вторичных энергоресурсов

Б.Х. Драганов, Н.В. Чепурная, М.А. Кириченко

Изложено эксергетический метод определения эффективности теплообменных процессов для системы теплоснабжения культивационных сооружений с использованием вторичных энергоресурсов.

Ключевые слова: эксергия, эффективность, ВЭР, культивационные сооружения.

Efficiency heating system cultivating plants using waste energy

B. Draganov, N. Chepurная, M. Kirichenko

Described method for determining the exergy efficiency of heat exchange processes for the heating system cultivating plants using waste energy.

Keywords: exergy efficiency; RES; Cultivation facilities

Надійшла до редакції 16.06.2014 р.