

В.Ю. Ярослав, В.Й. Лабай

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БУДИНКІВ

© Ярослав В.Ю., Лабай В.Й., 2007

Використано метод ексергетичного аналізу для порівняння трьох різних опалювально-вентиляційних систем птахівничих приміщень в холодний період року. Найбільшу ефективність слід очікувати для системи із застосуванням рекуператорів теплоти витяжного повітря, для якої величина ексергетичного ККД досягає 0,42.

In this article is given the exergetic analysis of three different systems of heating-ventilating systems on an example of the poultry house for the containing egg hens for the cold period of year. Most efficient has appeared for heating-ventilating system with application of recuperators of ventilation exhaust air heat, for which the coefficient of exergetic performance makes 0,42.

Постановка проблеми. Дефіцит та висока вартість паливних ресурсів, висока енергомісткість існуючих опалювально-вентиляційних систем сільськогосподарських будинків, зокрема і птахівничих, призводять до того, що в багатьох випадках установки створення штучного мікроклімату в приміщеннях працюють неефективно. Внаслідок цього в приміщеннях створюються несприятливі умови утримання птахів.

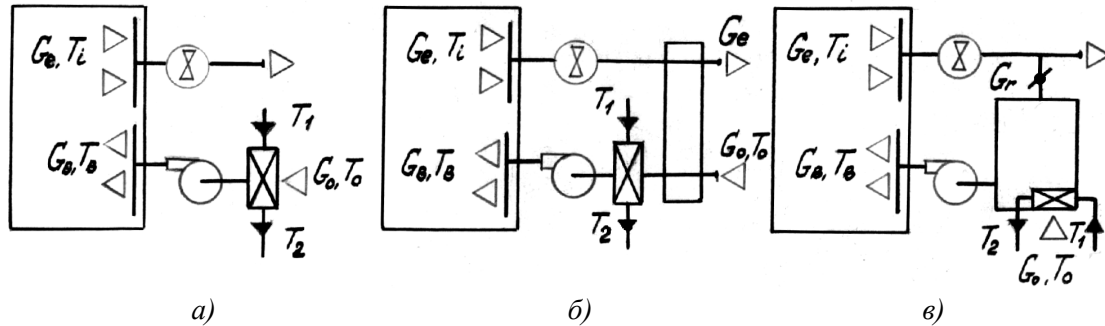
Аналіз останніх досліджень. За матеріалами [1] за несприятливих умов мікроклімату в птахівничих приміщеннях (зниження температури до 5 °С) продуктивність курей-несучок зменшується на 12 %, значно зростають витрати сухих кормів, зростає захворюваність птахів. Одночасно погіршуються умови праці обслуговуючого персоналу та відбувається передчасне спрацювання технологічного обладнання.

Відомі способи вдосконалення традиційних систем теплопостачання сільськогосподарських будинків (застосування теплогенераторів з підвищеним коефіцієнтом корисної дії, підвищення рівня теплозахисту зовнішніх огорожень будинків, покращання схем організації повітрообміну в приміщеннях для утримання птахів, впровадження комбінованого регулювання відпуску теплоти та режимних заходів тощо), не дають змоги перейти до якісно нових енергоощадних систем. У цих системах можливе скорочення до 25–40 % споживання теплової енергії від зовнішніх джерел, в яких для її отримання спалюється газоподібне та інші види органічного палива.

Зменшення енергоспоживання систем опалення і вентиляції птахівничих приміщень диктує необхідність їх оптимізації. Методи енергетичного аналізу таких систем переважно ґрунтуються на описі тепловологічного режиму приміщень на підставі відповідних балансових рівнянь. Це є зовнішній опис, який не дає можливості достовірно оцінити якість системи і може призвести до неправильних висновків. На думку авторів, подібну оптимізацію краще провести за допомогою ексергетичного методу термодинамічного аналізу [2].

Мета роботи – провести ексергетичний аналіз, який дає змогу встановити максимальні термодинамічні можливості системи, визначити втрати ексергії в ній та обґрунтувати рекомендації з вдосконалення окремих її елементів [2, 3].

Виклад основного матеріалу. У цій роботі авторами виконано порівняльний ексергетичний аналіз декількох можливих схем систем опалення і вентиляції птахівничих приміщень на прикладі типового одноповерхового безвіконного пташника для утримання 35 тис. курей-несучок (з традиційною прямооточійною припливно-витяжною системою вентиляції, опалювально-вентиляційної системи з застосуванням рекуператорів теплоти викидного вентиляційного повітря та системи з рециркуляцією викидного повітря (рисунок) в холодний період року.



Схеми систем опалення і вентиляції птахівничих приміщень:

а – традиційна прямооточійна припливно-витяжна система; б – система з застосуванням рекуператорів теплоти викидного вентиляційного повітря; в – система з рециркуляцією викидного повітря

У розрахунках прийнято такі параметри зовнішнього повітря: температура $t_3 = -20$ °С, вологовміст повітря $d_3 = 0,6$ г/кг. Температура внутрішнього повітря в залі пташника $t_6 = 18$ °С. Параметри припливного повітря визначалися розрахунком, враховуючи рівняння теплових та повітряних балансів в пташнику. У розрахунках маса однієї птиці прийнята за 1,7 кг, величина питомого повітрообміну на 1 кг живої ваги птиці – $l = 0,71$ м³/(кг·год), теплонадходження на 1 кг живої ваги птиці – 24,6 кДж/кг. Величина тепловтрат через будівельні захищення в розрахунках становить $Q_{\text{тп}} = 134,73$ кВт, втрати явної теплоти на випаровування вологи з поверхонь та з пташиного посліду оцінювалися величиною $Q_{\text{в}} = 110,05$ кВт.

Розрахунками визначено температуру припливного повітря $t_{\text{тп}} = 6,3$ °С, масова витрата припливного повітря відповідно становить $G_{\text{п}} = 53594$ кг/год. Подачу припливного повітря в пташник забезпечують чотири відцентрових вентилятори з загальним споживанням електроенергії $N_{\text{в}} = 5,22$ кВт. Витяжку за першим варіантом виконують 26 осьових вентиляторів з загальним споживанням 0,85 кВт, за варіантами з рекуперацією теплоти викидного повітря та з рециркуляцією витяжку забезпечують чотири відцентрові вентилятори з загальним споживанням $N_{\text{в}} = 5,22$ кВт. У розрахунках коефіцієнт ефективності рекуператора $\epsilon_t = 0,5$, кількість рециркуляційного повітря – $G_{\text{р}} = 0,5G_{\text{п}} = 26797$ кг/год. Початкова і кінцева температури теплоносія (гарячої води) в калорифері припливної установки $t_1 = 150$ °С, $t_2 = 70$ °С.

Питома ексергія повітря і води у необхідних точках процесів визначалася за методикою, яка наведена в [2, 3, 4].

Ексергетичний ККД, який характеризує ефективність роботи системи з точки зору термодинамічної досконалості, визначали за формулою [2, 5]:

$$\eta = \frac{\Delta E}{E_1 - E_2 + N_{\text{в}} + (-\Delta E_r)}, \quad (1)$$

де ΔE – відведена від системи ексергія, кВт, фактично це є різниця ексергій внутрішнього і припливного повітря пташника, кВт; E_1 і E_2 – відповідно ексергія теплоносія на вході та виході в калорифері припливної установки, кВт; $N_{\text{в}}$ – підведена електроенергія в припливних та витяжних вентиляторах, кВт; $(-\Delta E_r)$ – зменшення величини підведеної ексергії в рекуператорі (за другим варіантом), або в блоці змішування під час рециркуляції, кВт.

Значення величин ексергії, які входять до формули (1), розраховували в такий спосіб:

$$E = \frac{G \cdot e}{3600}, \quad (2)$$

де G – кількість повітря або теплоносія, кг/год; e – значення питомої ексергії повітря або теплоносія в необхідних точках процесів, кДж/кг.

Висновки. Розрахунки за формулою (1) дали значення ексергетичного ККД в холодний період року для традиційної опалювально-вентиляційної системи $\eta = 0,356$, для системи з застосуванням рекуператорів теплоти витяжного повітря $\eta = 0,42$, для системи з рециркуляцією викидного повітря $\eta = 0,378$. Найбільші втрати ексергії відбувалися в калорифері припливної установки – близько 80 % від величини підведеної ексергії в системі.

1. Левченко А.Г. *Организация и пути интенсификации производства яиц и мяса кур.* – К.: Изд-во Украинской сельскохозяйственной академии, 1991. 2. Шаргут Я., Петела Р. *Эксергия / Пер. с пол.*; Под ред. В.М. Бродянского. – М.: Энергия, 1968. 3. Бродянский В.М. *Эксергетический метод термодинамического анализа.* – М.: Энергия 1973. 4. Прохоров В.И., Шилклопер С.М. *Метод вычисления эксергии потока влажного воздуха // Холодильная техника.* – 1981. – № 9. С.37–41. 5. Карпис Е.Е. *Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха.* – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986.