

1. ДБН В.2.2-9-99. Громадські будинки та споруди. Основні положення. 2. Культові будинки та споруди різних конфесій: посібник з проектування / під ред. В.В. Куцевича. – К.: ЗНДІЕП, 2002. 3. Православные храмы и комплексы: пособие по проектированию.– Т.2: АХЦ “АРХХРАМ”. – М., 2003. 4. Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger, Ernst-Rudolf Schramek. Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. – München, 2010. 5. Künzel H. Kirchenheizung – Was ist zu beachten? // Fraunhofer Institut Bauphysik. IBP-Mitteilung. – 1998. – №25. – S. 341. 6. Właściwe ogrzewanie zapewniające komfort ludzi i ochronę dzieł sztuki przechowywanych w kościołach. / Projekcie badawczym Unii Europejskiej – Friendly Heating. Instytut Katalizy I Fizykochemii Powierzchni Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. – 2005.

УДК 697.92

В.Ю. Ярослав, В.Й. Лабай

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

## ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПТАХІВНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

© Ярослав В. Ю., Лабай В.Й., 2012

**Наведено результати кількісної оцінки теплового споживання опалювально-вентиляційних систем на прикладі птахівничого приміщення з клітковим утриманням курей.**

**Ключові слова: опалювально-вентиляційна система, тепловий баланс, повітряний баланс.**

**In this article results of the quantitative estimation of the heat consumption in heating–ventilating systems on an example of the poultry house for containing egg hens are presented.**

**Key words: heating–ventilating system, heat balance, air balance.**

**Постановка проблеми.** Мікроклімат виробничих приміщень є головним чинником впливу на продуктивність сучасної галузі птахівництва. За зоотехнічними даними відомо, що продуктивність сільськогосподарських тварин та птиці на 20 % залежить від якості породи, на 45–50 % – від годування та якості кормів і на 20–30% – від умов утримування. В умовах підвищеної концентрації поголів'я птиці за кліткового утримання (до 30 гол/м<sup>2</sup>) істотне значення віддається не просто дотриманню зоогігієнічних норм та вимог, а штучному відтворенню оптимальних чинників зовнішнього середовища, які забезпечують стійкість до умов інтенсивної експлуатації. В птахівничих приміщеннях підтримання необхідних параметрів мікроклімату постає найважливішим чинником високої продуктивності і збереження поголів'я птиці [1, 2].

Галузь промислового птахівництва характеризується високою енергомісткістю. Для забезпечення потрібних параметрів мікроклімату за промислового виробництва яєць у кліматичних умовах України традиційними опалювально-вентиляційними системами витрачається до 50 МДж теплової та 1,5–2,2 кВт·год електричної енергії на одну голову птиці у рік. Очевидно, що в умовах сучасного дефіциту паливно-енергетичних ресурсів у країні експлуатація таких систем стає економічно не вигідною. А зростання тарифів на теплову та електричну енергію призводить до того, що птахівничі приміщення, обладнані застарілими системами опалення та вентиляції, виводяться з експлуатації і закриваються.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання впровадження енергоощадних технологій у системах забезпечення мікроклімату тваринницьких і птахівничих підприємств розглядаються у [2–4], в яких даються практичні рекомендації з проектування та експлуатації таких систем. Однак бракує аналізу чинників, які впливають на величину енергоспоживання.

**Мета роботи** – оцінити вплив технологічних чинників, зокрема густини посадки птиці, на рівень енергоспоживання у пташнику за кліткового утримання курей-несучок. Для цього необхідно визначити: 1) розрахункові теплові навантаження систем забезпечення мікроклімату пташників за різної густоти посадки птиці та у разі додаткового утеплення зовнішніх огорожень; 2) річні витрати теплової енергії опалювально-вентиляційних систем пташників у цих випадках. Це і є завданням досліджень.

Сільськогосподарські будинки для утримання птиці переважно являють собою одноповерхові безвіконні будівлі з двоскатними покрівлями. Сучасне ефективне виробництво яєць ґрунтується на клітковому способі утримання птиці в одно- та багатоярусних клітках в умовах штучного освітлення. Згідно з будівельними нормами [5] під час проектування опалювально-вентиляційних систем у птахівничих приміщеннях з нормативними параметрами повітря необхідно передбачати цілорічні системи припливно-витяжної механічної вентиляції, в яких, як правило, застосовується повітряне опалення, що поєднане з припливною вентиляцією. Необхідність опалення, а відповідно і визначення початку періоду подачі технічної теплоти від зовнішніх джерел до тваринницьких і птахівничих приміщень, визначається розрахунком тепло-повітряних балансів. Високий рівень споживання теплової та електричної енергії в існуючих системах опалення і вентиляції птахівничих приміщень за промислової технології утримання птиці у клітках пов'язаний насамперед із значними повітрообмінами цих приміщень (кратність повітрообміну досягає значень 25–30  $1/\text{год}$ ), поганим теплозахистом зовнішніх огорожень, застосуванням застарілого та малоєфективного опалювально-вентиляційного обладнання. Цілком зрозуміло, що під час реконструкції та нового будівництва птахівничих будинків необхідно впроваджувати заходи зі скорочення енергоспоживання, з яких першочерговими є підвищення рівня теплозахисту зовнішніх огорожень та використання теплоти викидного вентиляційного повітря [2–4, 6].

Автори зробили кількісну оцінку теплового споживання птахівничого приміщення за різної густини посадки птиці на 1 м<sup>2</sup> підлоги на прикладі одноповерхового пташника за типовим проектом 805-2-23 для кліткового утримання 35280 курей-несучок, обладнаного традиційною прямотоковою припливно-витяжною опалювально-вентиляційною системою у холодний період року. В розрахунках прийняті параметри зовнішнього повітря: температура  $t_3 = -20$  °С, вологовміст повітря –  $d_3 = 0,6$  г/кг. Температура внутрішнього повітря в залі пташника –  $t_в = 18$  °С. Параметри припливного повітря визначалися розрахунком, враховуючи рівняння теплових та повітряних балансів у пташнику. У розрахунках маса однієї птиці прийнята 1,7 кг, величина питомого повітрообміну на 1 кг живої ваги птиці –  $l = 0,71$  м<sup>3</sup>/(кг·год), теплонадходження на 1 кг живої ваги птиці – 24,6 кДж/кг. Максимальна розрахункова величина тепловтрат через будівельні захищення в розрахунках  $Q_{\text{от}}^{\text{д}} = 134,73$  кВт, втрати явної теплоти на випаровування вологи з поверхонь та з пташиного посліду оцінювалися величиною  $Q_{\text{аєі}} = 110,05$  кВт. Для визначення розрахункових теплових навантажень опалювально-вентиляційних систем пташників складалися балансові рівняння:

– за повним теплом:

$$Q_{nm}^n + Q_{oc} + 0,278G_n I_n = 0,278G_{\text{вум}} I_{\text{вум}} + Q_{mn}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

– за явним теплом:

$$Q_{nm}^a + Q_{oc} + 0,278c_{\text{п}} G_n t_n = 0,278c_n G_{\text{вум}} t_{\text{вум}} + Q_{mn} + Q_{\text{вум}}, \text{ Вт}; \quad (2)$$

– повітряний баланс за загальнообміної вентиляції:

$$G_{\text{п}} - G_{\text{вум}} = 0, \quad \text{кг/год}, \quad (3)$$

де  $Q_{nm}^n$  і  $Q_{пт}^я$  – відповідно повні та явні надходження теплоти від птиці, Вт;  $Q_{ін}$  – надходження теплоти від штучного освітлення приміщення пташника, Вт; ці надходження оцінюються величиною 3–5 Вт на 1 м<sup>2</sup> площі приміщення;  $G_{\dot{}}^п$  і  $G_{\dot{}}^{внт}$  – відповідно масові витрати припливного та витяжного повітря у приміщеннях пташників, кг/год;  $t_{\dot{}}^п$  – температура припливного повітря, °С;  $t_{\dot{}}^{внт}$  – температура витяжного повітря, °С,  $t_{\dot{}}^{внт} = t_{\dot{}}^а$ , оскільки витяжка повітря відбувається з нижньої зони приміщень;  $Q_{mn}$  – тепловтрати пташника, Вт, за будь-якої температури зовнішнього повітря  $t_{\dot{}}^с$  розраховуються за формулою

$$Q_{mn} = Q_{mn}^p \cdot \frac{t_{\dot{}}^e - t_{\dot{}}^з}{t_{\dot{}}^e - t_{\dot{}}^{po}}, \text{ Вт.} \quad (4)$$

У балансі з повної теплоти (1) втрати теплоти на випаровування вологи з поверхонь та з пташиного посліду  $Q_{\dot{}}^{вун}$  не враховуються, оскільки процес випаровування вологи можна вважати близьким до адіабатичного.

З рівнянь (1)–(3) отримаємо формулу для визначення температури припливного повітря:

$$t_{\dot{}}^п = \frac{t_{\dot{}}^e + 273}{1 - \frac{Q_{mn} + Q_{\dot{}}^{вун} - Q_{nm}^я}{0,278c_p L_n 353}} - 273, \text{ °С.} \quad (5)$$

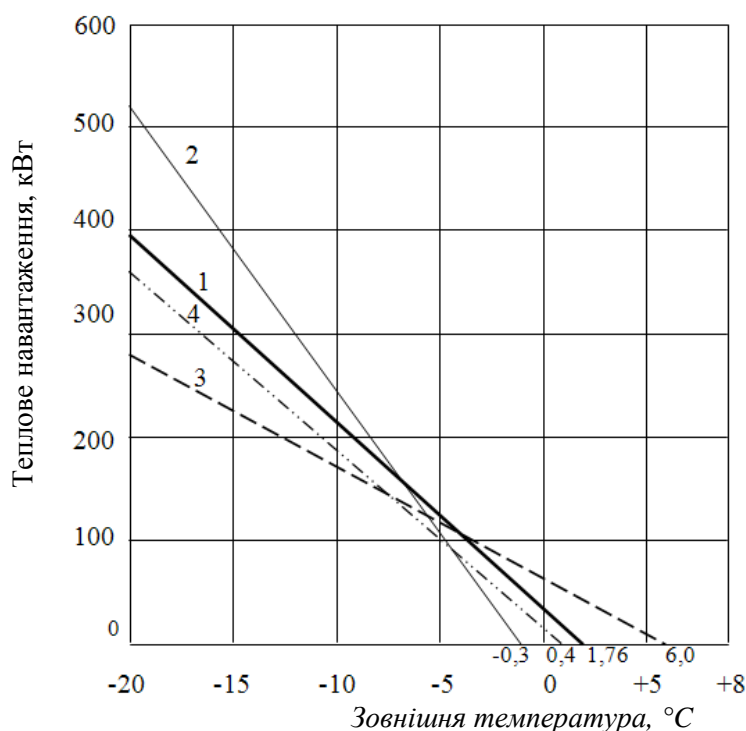
Потрібна витрата технічної теплоти, яка поступає до теплообмінного обладнання опалювально-вентиляційних систем пташника від зовнішніх джерел тепlopостачання, за будь-якої температури зовнішнього повітря  $t_{\dot{}}^з$  визначається за формулою

$$Q_{\dot{}}^{\text{техн}} = 0,278c_p G_n (t_{\dot{}}^п - t_{\dot{}}^з), \text{ Вт.} \quad (6)$$

Розрахунки проводилися за різної густоти посадки птиці у багатоярусних кліткових батареях БКН-3: 1 – базовий варіант за густоти посадки птиці 20,4 гол/м<sup>2</sup>; 2 – за густоти посадки 30,6 гол/м<sup>2</sup>; 3 – за густоти посадки 10,2 гол/м<sup>2</sup>; 4 – за густоти посадки 20,4 гол/м<sup>2</sup> та додаткового утеплення зовнішніх огорожень. У варіанті 4 за додаткового утеплення зовнішніх огорожень вважалося, що фактичні опори теплопередачі зовнішніх огорожень за рахунок утеплення під час термореновації були збільшені до нормативних значень, згідно з табл. 2 [ 7 ], відповідно розрахункова величина тепловтрат пташника зменшилася. Значення теплонадходжень від птиці, масові витрати повітря та втрати явної теплоти на випаровування вологи у розрахунках корегувалися відповідно до кількості птиці. Для кожного з розглянутих варіантів визначалися також річні витрати теплової енергії опалювально-вентиляційними системами пташників з використанням даних про тривалість стояння температури зовнішнього повітря. Результати розрахунків для усіх варіантів показані у вигляді графіка залежності теплового навантаження від зовнішньої температури на рисунку та наведені у таблиці.

З рисунка можна зрозуміти, що найбільше теплове навантаження опалювально-вентиляційних систем пташника спостерігається у варіанті 2, де густота посадки птиці максимальна. Але період подачі технічної теплоти у цьому варіанті розпочинається пізніше, починаючи з зовнішньої температури -0,3 °С, відповідно і кут нахилу лінії теплового навантаження стосовно осі абсцис є найбільшим з усіх варіантів. Очевидно, що за більшої густоти посадки птиці у пташнику доводиться передбачати обладнання опалювально-вентиляційних систем більшої потужності з відповідною вартістю. Як позитивний момент важливо сказати про те, що річні витрати теплової енергії, та, як наслідок, річні експлуатаційні витрати у варіанті 2 із більшою густотою посадки птиці виявилися меншими, порівняно з варіантами 1 і 3, де густота посадки птиці була меншою за усіх інших однакових умов. Подальше збільшення густоти посадки птиці понад 30 голів на 1 м<sup>2</sup> під

час її утримання в кліткових батареях є недоцільним, оскільки значно зменшується площа, яка рекомендована нормами технологічного проектування птахівничих підприємств для утримання однієї птиці, зростає стрес-фактор, падає продуктивність та збільшується відхід поголів'я птиці.



Теплові навантаження опалювально-вентиляційної системи пташника з клітковим утриманням курей:  
 1 – базовий варіант за густоти посадки 20,4 гол./м<sup>2</sup>; 2 – за густоти посадки 30,6 гол./м<sup>2</sup>; 3 – за густоти посадки 10,2 гол./м<sup>2</sup>; 4 – за густоти посадки 20,4 гол./м<sup>2</sup> та додаткового утеплення зовнішніх огорожень

У варіанті 4 за густоти посадки 20,4 гол./м<sup>2</sup> та додаткового утеплення зовнішніх огорожень до нормативних значень опору теплопередачі розрахункова теплова потужність опалювально-вентиляційної системи зменшилася на 12 % порівняно з базовим варіантом 1, а річне споживання теплової енергії скоротилося на 28 %.

#### Теплові навантаження опалювально-вентиляційних систем пташників та річні витрати теплової енергії

№ з/п	Характеристика пташника	Розрахункова кількість птиці, голів	Зовнішня температура, за якої починається період подачі теплоти, °C	Розрахункове теплове навантаження, кВт	Річна витрата теплової енергії, МВт·год (МДж)
1	Густота посадки птиці n = 20,4 гол./м <sup>2</sup>	35280	1,76	399,53	330(1,188·10 <sup>6</sup> )
2	n = 30,6 гол./м <sup>2</sup>	52920	-0,3	515,75	322(1,159·10 <sup>6</sup> )
3	n = 10,2 гол./м <sup>2</sup>	17640	6,0	283,29	356(1,282·10 <sup>6</sup> )
4	Додаткове утеплення огорожень, n = 20,4 гол./м <sup>2</sup>	35280	0,4	351,93	237(0,853·10 <sup>6</sup> )

**Висновки:** Оптимальною величиною густоти посадки птиці під час її утримання у кліткових батареях за умови скорочення енергоспоживання опалювально-вентиляційними системами пташників є 25–30 голів на 1 м<sup>2</sup>, що відповідає нормам технологічного проектування птахівничих підприємств. Істотно економії теплової енергії – до 30 % для існуючих птахівничих підприємств

можна досягти за рахунок додаткового утеплення огорожувальних конструкцій будівель до нормативних значень опорів теплопередачі.

1. Левченко А.Г. Организация и пути интенсификации производства яиц и мяса кур. – К.: Изд-во Украинской сельскохозяйственной академии, 1991. – 52 с. 2. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях: науч.-аналит. обзор // Н.П. Мишуков, Т.Н. Кузьмина. – М.: Росинформагротех, 2004. – 93 с. 3. Микроклимат животноводческих и птицеводческих зданий: Расчет и проектирование / Ю.М. Прыгунов, В.А. Новак, Г.П. Серый. – К.: Будівельник, 1986. – 80 с. 4. Баротфи И., Рафаи П. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах / пер. с венг. Э. Шандора, А.И. Залепукина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 288 с. 5. ДБН В.2.2-1-95. Будинки і споруди. Будівлі і споруди для тваринництва: Чинні з 1995.02.01. – К.: Держкоммістобудування України. – 1995. – 38 с. 6. Ярослав В.Ю., Макаревич Т.Т., Лабай В.Й. Доцільність застосування теплоутилізаторів витяжного повітря у птахівничих будинках // Вісник НУ “Львівська політехніка” “Теплоенергетичні системи та пристрої”. – 1991. – № 256. – С.71–73. 7. ДБН В.2.6-31: 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: МБАЖКГУ 2006. – 70 с.

**doc. Ing. Renáta Bašková, PhD., Ing. Marek Krajňák**

Technical University of Košice,

Civil Engineering Faculty, Institute of Architectural Engineering

## **OPTIMIZATION OF DEPLOYMENT AUXILIARY STRUCTURES IN IMPLEMENTATION OF BUILDING THERMAL INSULATION**

© Bašková R., Krajňák M., 2012

**Показана графічно розроблена математична модель, що полегшує і прискорює процес прийняття рішень у виборі допоміжних споруд для ізоляції фасадів житлових будинків. Це дало змогу оптимізувати розміщення допоміжних споруд у специфічний процес ізоляції будівель, порівнюючи графічно чи генеруються значення ефективності розгортання ешафот.**

**Ключові слова:** будівельні риштування, витрати, ефективність використання допоміжних споруд.

**The paper presents graphically elaborated mathematical model which facilitates and accelerates decision making in the choice of auxiliary structures for insulation implementation of the residential home facades. It is possible to optimize deployment of the auxiliary structures in the specific process of building insulation, comparing graphically generated values of the deployment scaffold effectiveness.**

**Key words:** scaffold, costs, effectiveness, auxiliary structures.

**Introduction.** At renovation of residential building with additional thermal insulation of facades the type of auxiliary structures in the bidding budget is indicated only approximately. The cost of auxiliary structures may be an important part of the budget. The support for cost estimates for auxiliary structures are often only experience from the same or similar buildings. Suitable model, allowing expression evaluation of the effectiveness of the deployment of auxiliary structures for the technical, technological, spatial conditions for carrying out the work on the facades of resident buildings, to constructor may be an effective tool to optimize the deployment of auxiliary structures.