

УДК 697.92

Желих В.М.<sup>1</sup>, Фіалко Н.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>Інститут технічної теплофізики НАН України

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ПРИ СТВОРЕННІ ЛОКАЛЬНОГО МІКРОКЛІМАТУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО НАГРІВУ

Наведено результати досліджень теплового стану тваринницьких приміщень при реалізації запропонованої енергоощадної опалювально-вентиляційної системи на базі інфрачервоного нагріву.

Представлены результаты исследования теплового состояния животноводческих помещений при реализации предложенной энергосберегающей отопительно-вентиляционной системы на основе инфракрасного нагрева.

The heat state of livestock premises as the result of the proposed energy-saving heating and ventilating systems implementation based on infrared heating are presented.

$Q$  – потужність інфрачервоного нагрівача, Вт;  
 $t$  – температура поверхні опромінення, °С;  
 $v$  – швидкість руху повітря, м/с;

$\varepsilon$  – похибка експерименту;  
 $x, y$  – просторові координати.

### Вступ

Річні обсяги використання енергоресурсів у агропромисловому комплексі України оцінюються в 12 млн. тон умовного палива, або близько 4 % від загального їх споживання. Досить значна частка вказаних енергоресурсів, близько третини від загальної кількості, витрачається на створення та підтримання мікроклімату в тваринницьких комплексах [1]. З огляду на це актуальним завданням є підвищення ефективності споживання енергії в тваринницькій галузі агропромислового комплексу України.

В даній статті розглядаються питання, що стосуються енергоощадності при створенні мікроклімату у тваринницьких приміщеннях. Особлива увага в роботі приділяється обґрунтуванню можливості застосування запропонованого високоефективного мікрокліматичного модуля для забезпечення необхідного температурного режиму таких приміщень. При цьому, як приклад, розглядається ситуація, що відповідає умовам вирощування птиці.

Підтримання теплового стану в приміщеннях пташників, як відомо, здебільшого базується на повітряному опаленні [2, 3, 4]. Такі системи забезпечують необхідні рівні середньої температури приміщення, але не створюють

потрібного близького до рівномірного просторового розподілу температури через відносно інтенсивні конвективні течії нагрітого повітря. Остання обставина є суттєвою, зважаючи на те, що птиця вельми чутлива до зміни температури. Так, зниження температури повітря пташника на один градус у порівнянні з її необхідним рівнем викликає збільшення об'ємів споживання корму на 2...3 %. Крім того на фізіологічний стан птиці великий вплив має швидкість руху повітря в приміщенні. А саме: в приміщенні не повинно бути протягів та зон із надмірними швидкостями повітря. Виконання вказаних вимог при застосуванні повітряного опалення, очевидно, пов'язано з певними труднощами.

Характеризуючи системи повітряного опалення пташників, слід також звернути увагу на значні витрати енергії для нагріву припливного повітря. При цьому більшими є витрати тепла на утримання дорослої птиці (див. табл.). Це пов'язано із великими затратами на приготування повітря для асиміляції газових шкідливостей, що утворюються під час вирощування птиці.

Особливість утримання молодняка птиці полягає у необхідності поступового зменшення температури повітря з ростом птиці. Це мож-

Табл. Споживання тепла в птахівництві [3]

№ п/п	Сфера споживання теплової енергії	Теплове навантаження, кВт
1.	Пташники дорослої птиці	47 на 1 птицю
2.	Курчатники для утримання птиці від 30 до 60 денного віку	8 на 1 курча

ливо здійснити при використанні опалювальних систем здатних створювати динамічний мікроклімат. З цією метою, як свідчить світовий досвід, доцільно застосовувати інфрачервоні випромінювачі. Слід також відзначити, що останні дозволяють крім того забезпечувати локальний мікроклімат на визначеному місці [4, 5].

### *Мета досліджень*

Робота спрямована на встановлення закономірностей зміни температурного режиму зони перебування молодняка птиці при застосуванні мікрокліматичного модуля на основі інфрачервоного нагріву та обґрунтування на цій основі запропонованих технологій опалення та вентиляції для підтримання комфорту у вказаній зоні.

### *Методика досліджень*

Дослідження проводились на експериментальній установці (рис. 1, а), що складалась із повітророзподільника (3) циліндричної форми висотою 2,0 м, виконаного у вигляді колони в металевому сітковому каркасі з камерою статичного тиску для забезпечення рівномірного повітряного потоку по її висоті. Повітророзподільник з'єднувався з вентилятором (1) через повітропровід (2). У верхній частині повітророзподільника встановлювався електричний інфрачервоний нагрівач (4) із змінною тепловою потужністю в діапазоні від 400 до 1200 Вт. Для зручності проведення замірів штатив (6) облаштовувався координатником (8) із мірною сіткою.

На першому етапі досліджень температурного режиму встановлювалась мінімальна потужність інфрачервоного випромінювання, що становила 400 Вт, і через 15...20 хвилин забезпечувався стаціонарний режим його робо-

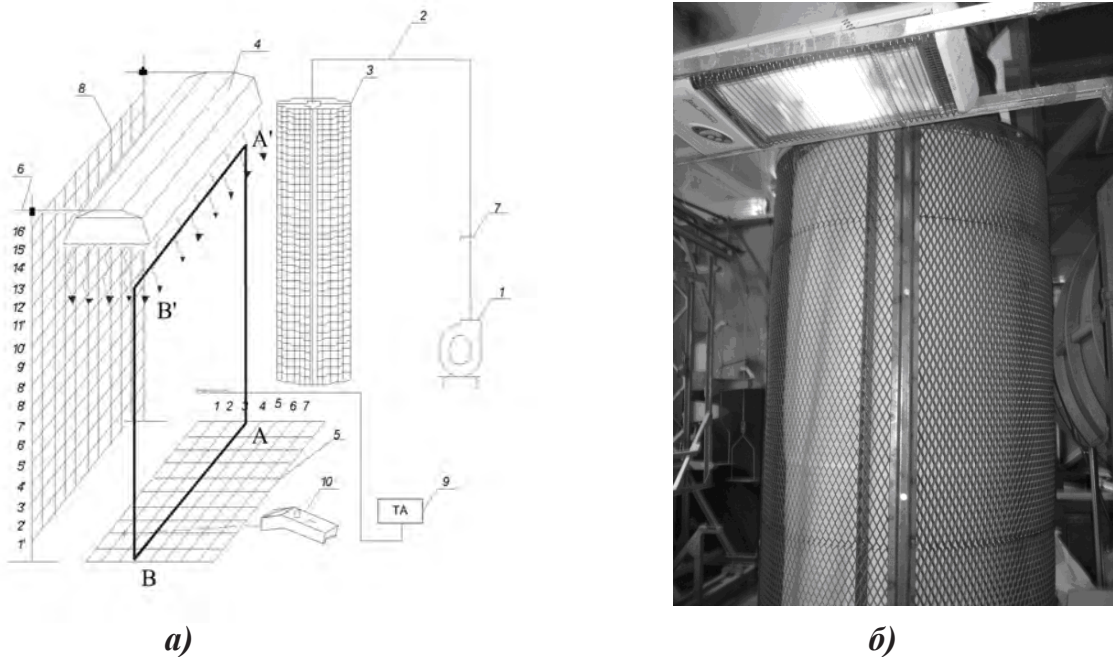
ти. За допомогою пірметра (10) вимірювалась температура на поверхні опромінення у характерних точках, положення яких визначалось координатною сіткою. Для вимірювання температури повітря в зоні опромінення застосовувався термоанемометр АТТ004 (9). Дослідження проводились також для інших потужностей випромінювача, зокрема – 800 та 1200 Вт.

На наступному етапі проводились експерименти з рухомим повітряним потоком в зоні опромінення. Шляхом дроселювання вентилятора за допомогою шибера (7) встановлювалась швидкість повітряного потоку, що дорівнювала 0,2 м/с. Дослідження виконувались для потужностей випромінювача від 400 до 1200 Вт. Експерименти проводились також для швидкості повітряного потоку 0,35 м/с. Вказані значення швидкості повітряного потоку визначались з міркувань підтримання оптимальної рухомості повітря для приміщень вирощування птиці. Основні результати виконаних експериментальних досліджень наведено на рис. 2 та 3.

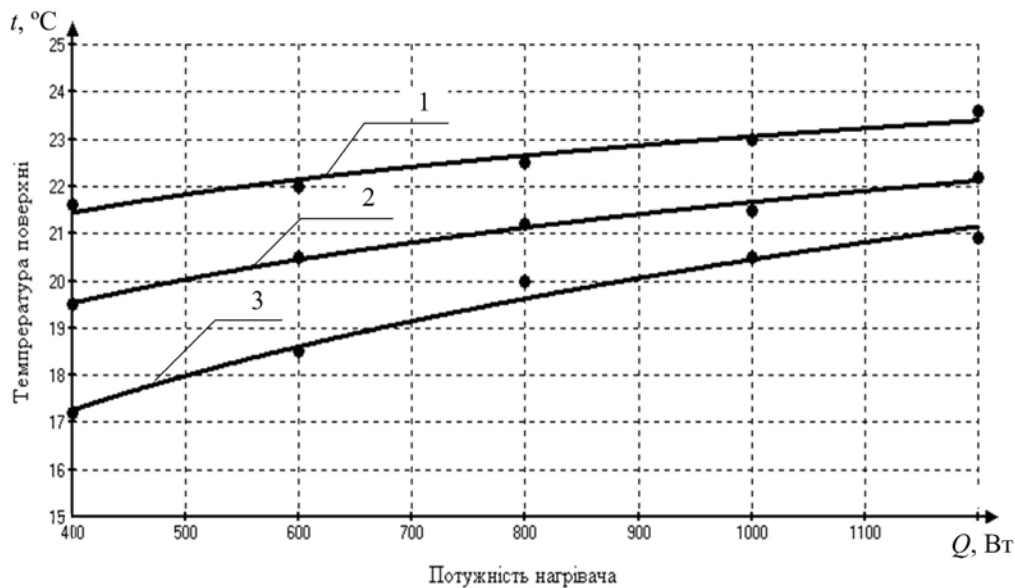
Оцінка похибок вимірювання результатів експериментальних досліджень виконувалась на основі теорії ймовірності та теорії похибок [6]. Відносна похибка результатів вимірювання знаходилась в інтервалі 10...15%.

### *Обговорення результатів досліджень*

На рис. 2 наведено результати дослідження зміни температури поверхні опромінення в залежності від теплової потужності нагрівача та швидкості руху повітря в зоні опромінення. Як видно з рисунку, температура поверхні опромінення суттєво залежить від швидкості руху повітря  $v$  і збільшується з її ростом. Щодо залежності температури поверхні від потужності випромінювача, то вона тим суттєвіша, чим нижче значення швидкості руху повітря.



**Рис. 1.** *Схема експериментальної установки (а) і фото експериментального стенду (б).*  
 1 – вентилятор; 2 – повітропровід; 3 – повітророзподільник;  
 4 – інфрачервоний нагрівач; 5 – поверхня нагріву; 6 – штатив; 7 – шибер;  
 8 – координатник; 9 – термоанемометр; 10 – пірометр.



**Рис. 2.** *Залежність температури поверхні опромінення (t) від потужності випромінювача (Q) при різних значеннях швидкості руху повітря (v).*  
 (1) –  $v = 0,35$  м/с; (2) –  $v = 0,2$  м/с; (3) –  $v = 0$  м/с.

Наведені на рис. 2 результати експериментальних досліджень можуть бути апроксимовані такою аналітичною залежністю:

$$t = c \cdot v^b, \quad (1)$$

де  $c$  і  $b$  – коефіцієнти, що залежать від швидкості руху повітря. Так, для швидкості  $v = 0$  м/с:

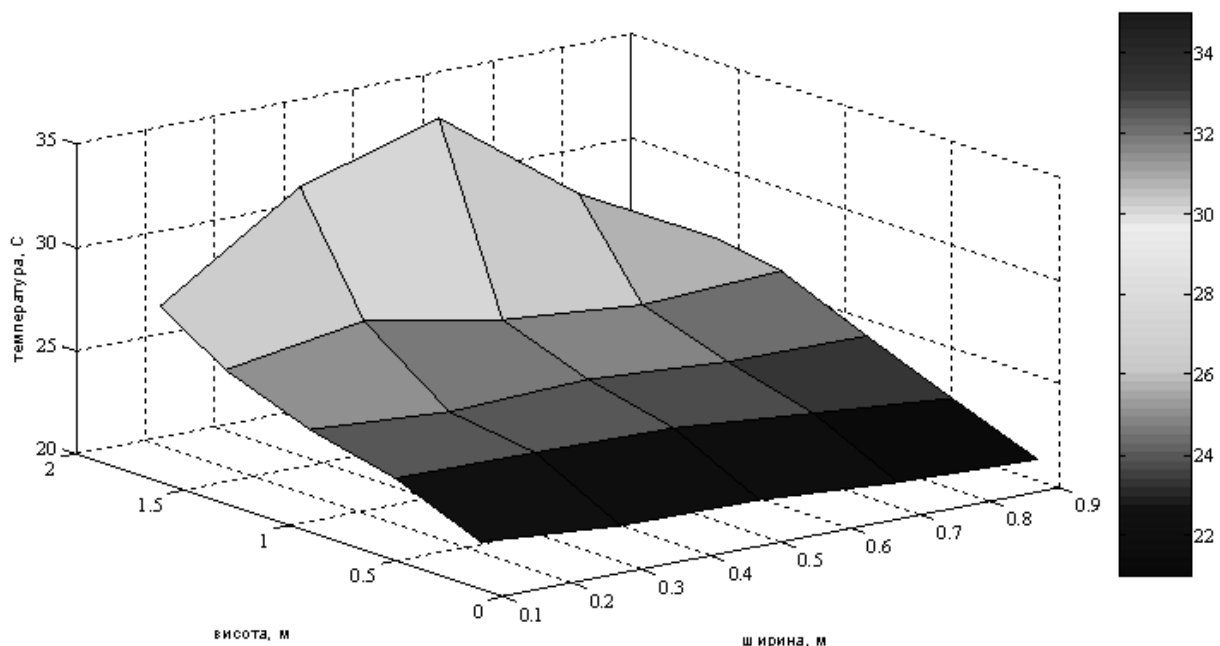
$c = 5,71$  і  $b = 0,185$ , для швидкості  $v = 0,2$  м/с:  
 $c = 9,89$  і  $b = 0,113$  та для швидкості  $v = 0,35$  м/с:  
 $c = 13,36$  і  $b = 0,079$ .

Рис. 3 ілюструє характер зміни температури повітря по висоті приміщення в площині AA'-BB' (див. рис. 1, а). З рисунку видно, що в зоні перебування птиці підтримується потрібний рівень температури, який знаходиться в межах 20...22 °С. Стрімкий ріст температури повітря спостерігається в безпосередній близькості від нагрівача, що пояснюється, головним чином, конвективним нагрівом повітря від поверхні випромінювача. Очевидно, тепло, яке передається повітрю в безпосередній близькості від нагрівача, корисно не використовується і для підвищення ефективності роботи випромінювача вказане конвективне нагрівання повітря слід мінімізувати або застосовувати методи його вловлювання та утилізації.

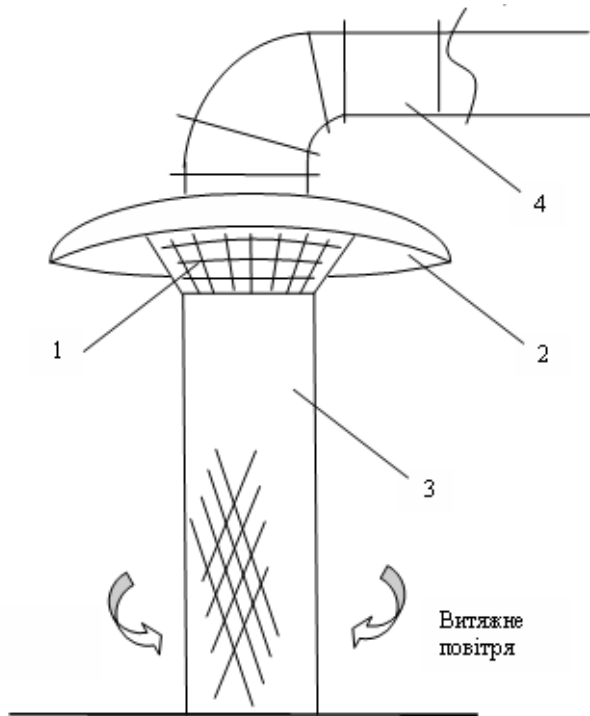
На основі результатів проведених досліджень було запропоновано мікрокліматичний пристрій (рис. 4.), що забезпечує необхідні режими утримання і вирощування молодняка птиці шляхом підтримання певних темпера-

турних параметрів безпосередньо в зоні його перебування [7]. Мікрокліматичний пристрій базується на використанні інфрачервоних випромінювачів, виконаних у формі зрізаного конуса, що розташовані під круглими рефлекторами із внутрішньою дзеркальною поверхнею. Під час роботи пристроїв здійснюється кругове опромінення поверхні підлоги з курчатами. При цьому птиця має можливість самостійно здійснювати власну терморегуляцію, розташовуючись ближче, чи далі від мікрокліматичного пристрою, оскільки інтенсивність випромінювання зменшується на поверхні опромінення по мірі віддалення від пристрою.

Локальний повітрообмін у зоні перебування птиці забезпечується таким чином. Повітророзподільник циліндричної форми з підтримуючою сіткою, до якої прикріплений фільтруючий матеріал, розташовується на підлозі, що дає можливість здійснювати приплив попередньо підготовленого або забір забрудненого газівими шкідливостями повітря безпосередньо із зони перебування птиці. Видалене забруднене повітря в подальшо-



**Рис. 3. Розподіл температури повітря в зоні опромінення інфрачервоним нагрівачем для практично нерухомого повітря при потужності нагрівача  $Q = 1200$  Вт.**



**Рис. 4. Мікрокліматичний пристрій для пташників. 1 – інфрачервоний випромінювач; 2 – рефлектор із дзеркальною поверхнею; 3 – повітророзподільний або витяжний пристрій; 4 – повітропровід.**

му проходить крізь канал, влаштований у випромінювачі, та витяжним повітропроводом скеровується до теплоутилізатора, де відібране тепло використовується на підігрів зовнішнього припливного повітря.

#### **Висновки**

Отримані результати досліджень температурних режимів, що створюються запропо-

нованим мікрокліматичним модулем на базі інфрачервоних випромінювачів, можуть бути використані при розрахунках і проектуванні систем теплозабезпечення тваринницьких комплексів різного призначення.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Гладка А.Б. Технології як основа підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва // Міжвід. темат. наук. зб. Пташівництво – Харків: ІІ УААН, 2008. – Вип. 62. – 425 с.
2. Економне використання енергоресурсів у сільськогосподарському виробництві / В.Г. Бєбко, С.Я. Меженний, В.Г. Стафійчук, В.Ф. Юрчук. – К.: Україна, 1991. – 144 с.
3. Онегов А.П., Храбустовский И.Ф., Черных В.И. Гигиена сельскохозяйственных животных / Под ред. А.П. Онегова. – М.: Колос, 1977. – 400 с.
4. Захаров А.А. Применение тепла в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1980. – 312 с.
5. Семерин А.М., Семерина С.Д., Левченко А.А. Моделирование тепловых процессов в помещении, обогреваемом газовыми трубчатými нагревателями // Пром. теплотехника. – 2004. – Том 26, №6. – С. 76-80.
6. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. – Л: Наука, 1967. – 155 с.
7. Патент Укр. на корисну модель №47887 кл. F24D 10/00 «Пристрій мікрокліматичний для пташників». Бюл. №4 від 25.02.2010. Желіх В.М., Фіалко Н.М.

Получено 09.11.2010 р.