

УДК 697.92

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ**

В. М. Желих, О. І. Дзерин, Н. А. Сподинюк

*Наведено техніко-економічне порівняння комбінованої системи опалення, яка базується на пристроях для локального нагріву і дозволяє підтримувати належні температурні умови в місцях перебування поросят і свиноматок з традиційною повітряною системою опалення. Встановлена економічна ефективність застосування запропонованої системи опалення.*

*Приведено технико-экономическое сравнение комбинированной системы отопления, которая базируется на приборах для локального нагрева и позволяет поддерживать надлежащие температурные условия в местах обитания поросят и свиноматки с традиционной воздушной системой отопления. Установлен экономический эффект применения предлагаемой системы отопления.*

*In this article it is carried out technical economic comparison of the combined system of heating which is based on the heated devices for the local heating and enables to support the proper temperature conditions in the areas of stay of piglings and sow with traditional air. Economic efficiency of application of the offered system of heating is set.*

**Постановка проблеми**

На даний час в Україні значна частина енергетичних ресурсів витрачається на опалення виробничих і сільськогосподарських приміщень. Це пов'язано з великим об'ємом таких приміщень. Саме тому значні ресурси витрачаються на компенсацію втрат тепла і забезпечення технологічних процесів. Ці моменти суттєво ускладнюють інженерно-технічні і наукові аспекти вирішення проблеми теплозабезпечення сільськогосподарських комплексів. Це пояснюється тим, що відсутні всебічні концепції та методології розробки систем теплозабезпечення виробничих комплексів з використанням енергоефективних систем опалення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Серед галузей сільського господарства одним із важливих напрямків є свинарництво, зокрема розведення поросят і свиноматок. Найбільш поширеними системами опалення для таких приміщень є повітряні і водяні системи. При застосуванні цих систем в зоні перебування поросят і свиноматок підтримується температура повітря стала у всьому об'ємі приміщення. Однак з моменту народження поросят і до досягнення ними двох місяців, необхідними умовами теплозабезпечення в зоні їх перебування є підтримання високої температури повітря, порівняно із зоною перебування свиноматки. Таким чином, температура нагрітого повітря для нормального росту і розвитку поросят повинна бути в межах 30...20 °С, а для свиноматок – 15...18 °С [1]. Такий діапазон температур пов'язаний з технологією їх утримання. Різниця температурних умов в зонах перебування поросят і свиноматки ускладнює процес проектування системи опалення.

Запропонована комбінована система опалення (рис. 1). За допомогою цієї системи підтримуються відповідні температурні умови в зонах перебування поросят і свиноматки, оскільки вона базується на локальному нагріві. При такій системі опалення зникає необхідність нагріву всього об'єму приміщення, зокрема вище зони перебування тварин [2].

Застосування комбінованих систем забезпечення теплового комфорту для зон перебування поросят і свиноматки дозволяє економити теплову енергію. При цьому:

- використання інфрачервоних випромінювачів, як локального нагріву дозволяє зменшити загальну потужність системи опалення;
- застосування настінного опалення за допомогою панелі, розташованої в зоні перебування свиноматки, дає можливість підтримувати відповідні температурні умови в цій зоні;
- з'являється можливість обслуговування різних категорій поросят в одному приміщенні, у зв'язку із забезпеченням окремих теплових режимів в зонах їх розміщення.

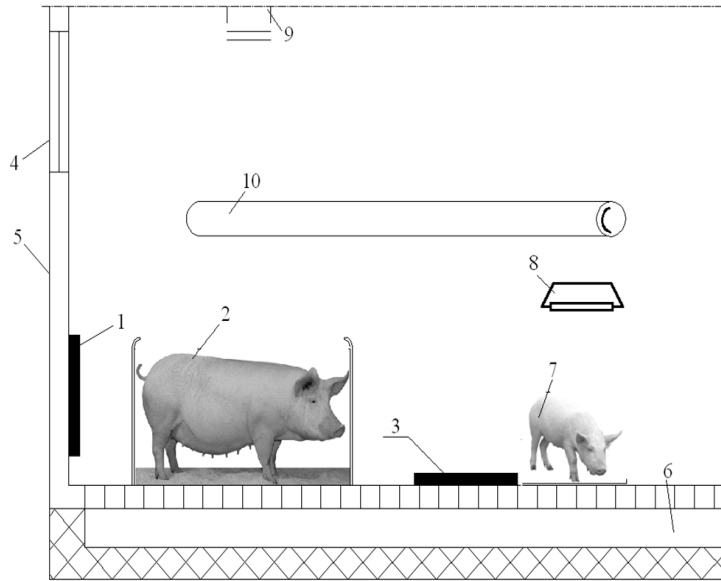


Рис. 1. Комбіновані системи опалення цеху поросят і свиноматки  
 1 – опалювальна панель, – свиноматка, 3 – нагрівальний килимок,  
 4 – вікно, 5 – зовнішнє захищення, 6 – підлоговий канал, 7 – поросля,  
 8 – інфрачервоний нагрівач, 9 – витяжний патрубок; 10 – припливний повітропровід

**Мета і завдання дослідження**

Було проведено техніко-економічне порівняння запропонованої комбінованої системи опалення на базі повітряної системи в поєднанні з інфрачервоним нагрівачем (рис. 2.). Розрахунок економічної ефективності виконаний для свинарника розмірами в плані 68-14 м, висотою 4 м, призначеного для утримання 96 свиноматок і 960 поросят.

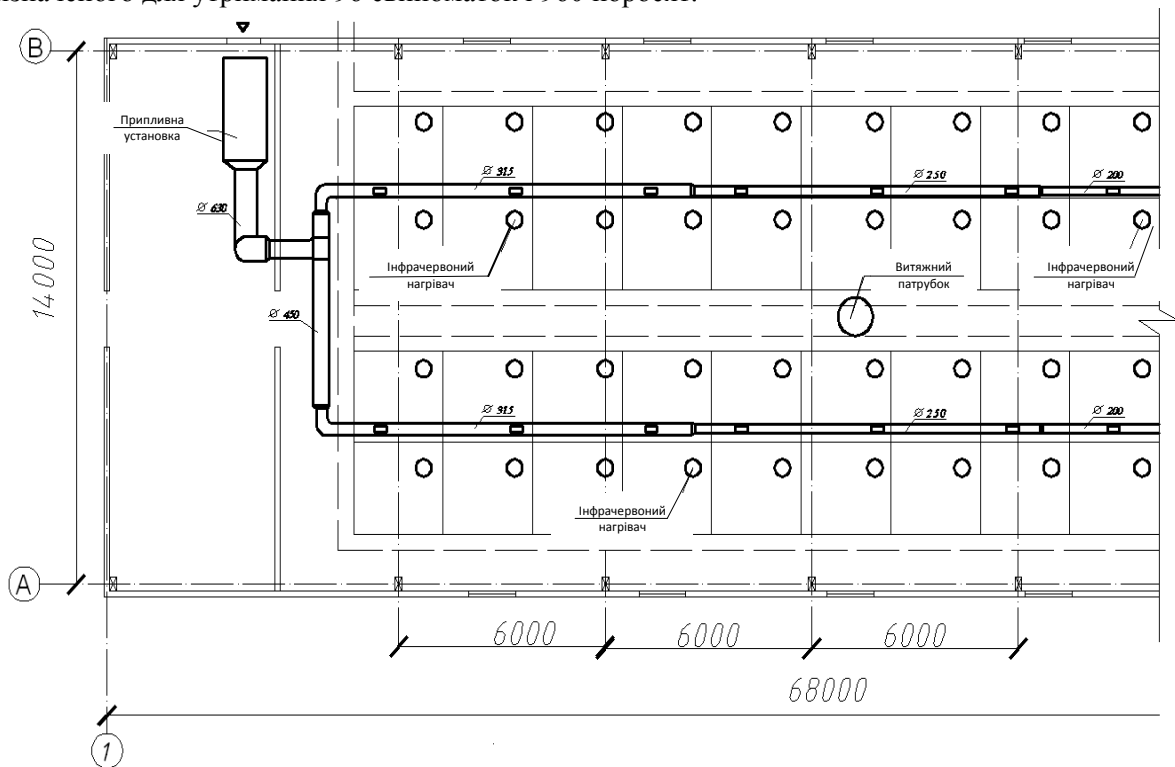


Рис. 2. Схема традиційної системи повітряного опалення цеху поросят і свиноматки з інфрачервоними нагрівачами

**Виклад основного матеріалу**

Економічна ефективність визначалась за відомою методикою [3]:

$$E = Z_1 - Z_2, \quad (1)$$

де  $Z_1, Z_2$  – щорічні витрати відповідно для базового і запропонованого варіантів, грн./рік.  
Щорічні витрати традиційної і альтернативної систем опалення були визначені:

$$Z = K_t + Z_{e,t}, \quad (2)$$

де  $K_t$  – капітальні вкладення за рік,  $t$ , грн;  
 $Z_{e,t}$  – експлуатаційні витрати за рік,  $t$ , грн.

Для оцінювання ефективності капітальних вкладень і за умови, що всі інвестиції зроблено в момент завершення будівництва, дисконтований термін окупності визначався:

$$\sum_{t=0}^h \frac{Z_1 - Z_2}{(1+d)^t} = K_2, \quad (3)$$

де  $h$  – термін окупності капіталовкладень, роки;  
 $K_2$  – сумарні капіталовкладення енергоефективної системи, грн.;  
 $d$  – ставка дисконтування;  
 $t$  – роки реалізації проекту, включаючи етап будівництва ( $t=0, 1, 2, 3, \dots, h$ ).

Капітальні вкладення систем опалення були визначені за кошторисною вартістю. Система опалення свинарника вважається економічно доцільною, коли при заданому тепловому ефекті сума капіталовкладень і експлуатаційних витрат за даним способом нагріву буде знижена в порівнянні з прогресивними існуючими рішеннями. При цьому необхідно, щоб додаткові капіталовкладення, викликані подорожчанням кошторисної вартості, окупувались за рахунок економії експлуатаційних витрат в установленій термін, так званий термін окупності.

Експлуатаційні витрати на опалення свинарника включають щорічні витрати на електроенергію, заробітну плату персоналу з обслуговування, а також включають загальні додаткові витрати:

$$E = E_{ел} + E_{з/п} + E_k + E_{дод} - E_{пр}, \text{ грн.} \quad (4)$$

Витрати на електроенергію розраховалися за формулою:

$$E_{ел} = N_p \cdot B_e, \text{ грн.} \quad (5)$$

де  $N_p$  – річна витрата електричної енергії, кВт·год/рік;  
 $B_e$  – вартість електроенергії за 1 кВт·год електроенергії, грн.  
Річні витрати на електроенергію при рівномірному споживанні визначалися за формулою:

$$N_p = 24 \cdot \eta \cdot N_{уст} \cdot z, \text{ кВт·год/рік} \quad (6)$$

де  $N_{уст}$  – вихідна потужність обладнання, кВт;  
 $\eta$  – ККД пристроїв;  
 $z$  – тривалість експлуатації обладнання, діб.

Витрати на заробітну платню включають річний фонд заробітної платні обслуговуючого персоналу та витрати на соціальне страхування:

$$E_{з/п} = 12 \sum N \cdot a \cdot k_1, \text{ грн./рік}, \quad (7)$$

де  $\sum N \cdot a$  – кількість робітників та їхня місячна зарплатня з урахуванням преміальних, грн.;  
 $k_1$  – відрахування на соціальне страхування.

Витрати на закупівлю кормів та вартість готової продукції визначалися за методикою, запропонованою авторами [4]. Для базового варіанта вартість закупівлі кормів становить:

$$E_{\kappa}^1 = C_{\kappa} \cdot n \cdot j \cdot z, \text{ грн./рік}, \quad (8)$$

де  $C_{\kappa}$  – вартість корму за кормову одиницю, грн./т;  
 $n$  – кількість свиней, шт.;  
 $j$  – добова витрата корму на 1 кг живої маси свині;  
 $z$  – тривалість періоду, діб.  
Витрати на закупівлю кормів для запропонованого варіанта, визначалися:

$$E_{\kappa}^2 = C_{\kappa} \cdot n \cdot j \cdot z \cdot \left(1 - \frac{k_2}{100}\right), \text{ грн./рік}, \quad (9)$$

де  $k_2$  – коефіцієнт зниження витрати кормів на одну свиню.  
Вартість готової продукції для базового варіанта був визначений за формулою:

$$E_{\text{пр}}^1 = C_{\text{пр}} \cdot n \cdot l \cdot k \cdot z, \text{ грн./рік}, \quad (10)$$

де  $C_{\text{пр}}$  – середньореалізована ціна одиниці продукції;  
 $l$  – середньодобовий приріст свині, кг;  
 $k$  – коефіцієнт середньорічного поголів'я свиней в приміщенні.  
Вартість готової продукції для запропонованого варіанту визначалася:

$$E_{\text{пр}}^2 = C_{\text{пр}} \cdot n \cdot l \cdot k \cdot z \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right) \cdot k_{\text{дод}}, \text{ грн./рік}, \quad (11)$$

де  $i$  – середньорічний відсоток підвищення продуктивності свиней завдяки покращенню мікроклімату за допомогою енергоефективної системи комбінованого опалення;  
 $k_{\text{дод}}$  – коефіцієнт, що відображає додатково збережене поголів'я свиней в приміщенні.  
Додаткові витрати оцінюються в 30 % суми витрат на заробітну платню обслуговуючого персоналу:

$$E_{\text{дод}} = 0,3 \cdot E_{з/п}. \quad (12)$$

Розрахунок техніко-економічних показників системи повітряного опалення та запропонованої системи опалення, зокрема, капітальних вкладень, експлуатаційних затрат та щорічні витрати після впровадження варіантів зведений у таблицю 1.

Вартість монтажних робіт визначена шляхом складання кошторису для кожного варіанта встановлення.

Як видно з таблиці 1, застосування системи комбінованого опалення є більш ефективним варіантом. Економічний ефект від впровадження системи комбінованого опалення на базі локального нагріву склав 65 грн./рік.

Таблиця розрахунку техніко-економічних показників

№	Параметр	Тип системи опалення	
		Традиційна система повітряного опалення	Енергоефективна система комбінованого опалення
1	Вартість обладнання і матеріалів, тис. грн.	127	139
2	Вартість будівельно-монтажних робіт, тис. грн	77	78
3	Капітальні затрати, тис. грн	206	218
4	Річна витрата електричної енергії, тис. кВт·год/рік	1638295	2441237
5	Витрати на електроенергію, тис. грн/рік	1064	1586
6	Заробітня платня, тис. грн/рік	202	202
7	Витрати на закупівлю кормів, тис. грн/рік	812	730
8	Прибуток від готової продукції, тис. грн/рік	1658	2177
9	Додаткові витрати, тис. грн/рік	60	60
10	Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	481	403
11	Річні затрати, тис. грн/рік	687	621
12	Економічний ефект, тис. грн/рік	65	
13	Термін окупності, років	3,00	

### Висновки

На основі отриманих результатів можна констатувати доцільність застосування комбінованих систем опалення в цеху поросят і свиноматки, оскільки необхідна температура повітря підтримується в зоні тварин і не витрачається тепло для опалення всього обсягу приміщення. Реалізований розрахунок економічної ефективності системи комбінованого опалення. При її використанні досягається економічний ефект 65 грн/рік та термін окупності 3 роки.

### Використана література

1. Свилярські підприємства: Відомчі норми технологічного проектування ВНТП- АРК-02.05. – Київ, 2005. – 98 с. – (Нормативний документ Мінагрополітики України).
2. Патент України на корисну модель № 39425 / Опалювальний пристрій для цеху поросят і свиноматки / Желих В. М., Макаруха О. І. Бюл. № 4 від 25.02.2009.
3. Сподинок Н. А. Економічна ефективність систем інфрачервоного опалення в приміщенні пташника / Н. А. Сподинок, В. М. Желих // Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація: Вісник НУ «Львівська політехніка». – Львів, 2009. – № 659. – С. 36-39.
4. Желих В. М. Техніко-економічні показники системи теплозабезпечення приміщення пташника / В. М. Желих, Н. А. Сподинок // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ «Львівська політехніка». – Львів, 2011. – № 697. – С. 92-96.

**Желих Василь Михайлович** – канд. техн. наук, доцент Національного університету «Львівська політехніка».

**Сподинок Надія Андріївна** – канд. техн. наук, асистент Національного університету «Львівська політехніка».

**Дзерин Олександра Іванівна** – асистент Національного університету «Львівська політехніка».