

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ ПЕРЕБУВАННЯ ПОРОСЯТ

© Макаруха О.І., Желих В.М., 2010

Наведено тепловий баланс зони перебування поросят, на основі якого було виведено залежність для визначення температури внутрішнього повітря, яка забезпечується системою опалення, що складається із стінової опалювальної панелі, інфрачервоного нагрівача і нагрівального коврика.

Thermal balance of area stay of piglings, on the basis of which dependence was shown out for determination of temperature internal air, which is provided by the system of heating which consists of wall heater panel, infrared heater, heater panel is resulted in this article.

Вступ. У цеху поросят і свиноматки наявні різні температурні режими, зокрема в місці перебування поросят існує необхідність в підтриманні вищої температури повітря, ніж в зоні розміщення свиноматки, яка знаходиться в межах 18–25 °С. Від типу підлоги залежить вибір температурних параметрів [1]:

- 1) тверда підлога з підстилкою – 18 °С;
- 2) частково щілинна підлога – 22 °С;
- 3) повністю щілинна підлога – 25 °С.

Для підтримання необхідного температурного режиму повітря в цеху поросят і свиноматки була запропонована система опалення, яка складається з стінової опалювальної панелі, розташованої в зоні перебування свиноматки, інфрачервоного нагрівача і нагрівального коврика, що знаходяться в зоні перебування поросят [2].

Температура внутрішнього повітря у місці знаходження поросят визначалася з теплового балансу, який враховував усі теплові потоки цієї зони, відображені на рисунку.

Вирішення проблеми. Тепловий баланс має такий вигляд:

$$Q_{ков}^k + Q_{ков}^{np} + \sum_{i=1}^n Q_{пор_i}^k + \sum_{i=1}^n Q_{пор_i}^{np} + \sum_{i=1}^n Q_{пор_i}^6 + Q_{конд} = Q_{мен}^{3.c} + Q_{мен}^n + Q_{мен}^6 + Q_{мехн} \pm \Delta Q, \text{Вт}, \quad (1)$$

де $Q_{ков}^k$, [Вт] – конвективний теплообмін між нагрівальним ковриком та внутрішнім повітрям приміщення; $Q_{ков}^{np}$, [Вт] – променевий теплообмін між нагрівальним ковриком та поверхнею умовного огороження з температурою t_R' ; $Q_{пор_i}^k$, [Вт] – конвективний теплообмін між поросятком та внутрішнім повітрям приміщення; $Q_{пор_i}^{np}$, [Вт] – променевий теплообмін між поросятком та поверхнею умовного огороження з температурою t_R' ; $Q_{пор_i}^6$, [Вт] – теплообмін між поросятком і середовищем за рахунок випаровування; $Q_{конд}$, [Вт] – тепловідходження під час конденсатоутворення; $Q_{мен}^{3.c}$, [Вт] – тепловтрати через зовнішню стіну; $Q_{мен}^n$, [Вт] – тепловтрати через підлогу на ґрунті; $Q_{мен}^6$, [Вт] – тепловтрати через вікно; $Q_{мехн}$, [Вт] – тепловтрати на випаровування вологи з поверхні підлоги.

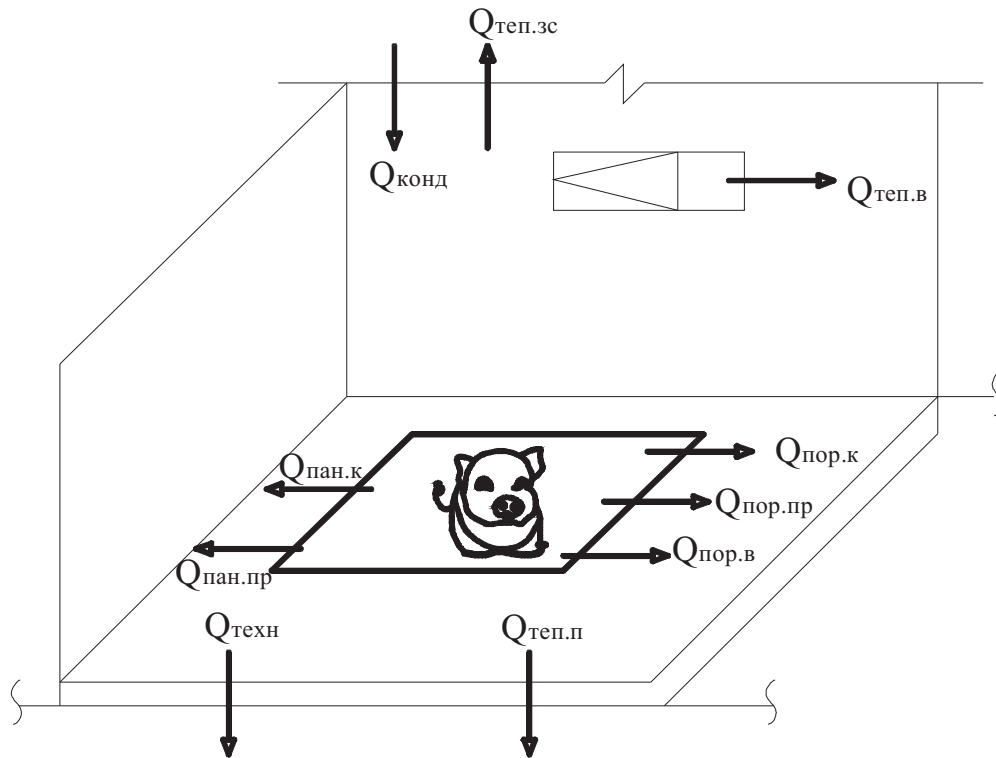


Схема тепловиділень і теплонадходжень в зоні перебування поросят

$Q_{ков}^{np}$ визначається із залежності [3]:

$$Q_{ков}^{np} = \alpha_{np} \cdot A_{ков} \cdot (\tau_{ков} - t'_R), \text{ Вт}, \quad (2)$$

де $t'_R, [^{\circ}\text{C}]$ – середня радіаційна температура поверхні умовного огороження; $\alpha_{np}, [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$ – коефіцієнт променевого теплообміну; $A_{ков}, [\text{м}^2]$ – площа нагрівального коврика; $\tau_{ков}, [^{\circ}\text{C}]$ – температура нагрівального коврика.

Коефіцієнт променевого теплообміну визначається із залежності:

$$\alpha_{np} = 1,5 \cdot \alpha_{\kappa}, \quad (3)$$

$Q_{ков}^{\kappa}$ визначається із залежності: [3]

$$Q_{ков}^{\kappa} = \alpha_{\kappa} \cdot A_{ков} \cdot (\tau_{ков} - t_{\epsilon}), \text{ Вт}, \quad (4)$$

де $\alpha_{\kappa}, [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$ – коефіцієнт конвективного теплообміну; $t_{\epsilon}, [^{\circ}\text{C}]$ – температура повітря в зоні перебування поросят.

Коефіцієнт конвективного теплообміну визначається із залежності:

$$\alpha_{\kappa} = 3,94 \cdot \left(\frac{v}{x}\right)^{0,5}, \quad (5)$$

$Q_{пор_i}^{\kappa}$ визначається із залежності:

$$Q_{пор_i}^{\kappa} = \alpha_{пор}^{\kappa} \cdot F_{пор} \cdot (t_{пор} - t_{\epsilon}), \text{ Вт}, \quad (6)$$

де $\alpha_{пор}^{\kappa}, [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$ – коефіцієнт конвективного теплообміну; $F_{пор}, [\text{м}^2]$ – площа поросятка; $t_{пор}, [^{\circ}\text{C}]$ – температура тіла поросятка; $t_{\epsilon}, [^{\circ}\text{C}]$ – температура повітря в зоні перебування поросят.

$Q_{nop_i}^{np}$ визначається із залежності:

$$Q_{nop_i}^{np} = \alpha_{nop}^{np} \cdot F_{nop} \cdot (t_{nop} - t_R'), \text{ Вт}, \quad (7)$$

де α_{nop}^{np} , [Вт/(м²*К)] – коефіцієнт променевого теплообміну; t_R' , [°С] – середня радіаційна температура поверхні умовного огородження.

$Q_{nop_i}^6$ визначається із залежності:

$$Q_{nop_i}^6 = 0,28 \cdot C_p \cdot V_6 \cdot (t_{вид} - t_6), \text{ Вт}, \quad (8)$$

де C_p , [Дж/(кг*К)] – теплоємність повітря; V_6 , [кг/год] – масова витрата повітря під час дихання поросятка; $t_{вид}$, [°С] – температура повітря, що видихає поросятко; t_6 , [°С] – температура повітря в зоні перебування поросят.

$Q_{men}^{3.c}$ визначається із залежності: [4]

$$Q_{men}^{3.c} = F_{cm} \cdot K_{cm} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n \cdot (1 + \beta), \text{ Вт}, \quad (9)$$

де F , [м²] – розрахункова площа зовнішньої стіни; K , [Вт/(м²*°С)] – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни; t_6 , [°С] – розрахункова температура повітря в приміщенні; t_3 , [°С] – розрахункова температура зовнішнього повітря; n – коефіцієнт, який приймається залежно від положення зовнішньої поверхні захищення стосовно зовнішнього повітря; β – коефіцієнт, що враховує збільшення тепловтрат через окремі зовнішні захищення при обдуванні їх вітром у січні зі швидкістю понад 4,5 м/с і повторюваністю по румбах 15 % і більше.

Q_{men}^6 визначається із залежності:

$$Q_{men}^6 = F_6 \cdot K_6 \cdot (t_6 - t_3) \cdot n \cdot (1 + \beta), \text{ Вт}, \quad (10)$$

де K , [Вт/(м²*°С)] – коефіцієнт теплопередачі вікна; F , [м²] – розрахункова площа вікна; t_6 , [°С] – розрахункова температура повітря в приміщенні; t_3 , [°С] – розрахункова температура зовнішнього повітря; β – коефіцієнт, що враховує збільшення тепловтрат через окремі зовнішні захищення при обдуванні їх вітром у січні зі швидкістю понад 4,5 м/с і повторюваністю по румбах 15 % і більше; n – коефіцієнт, який приймається залежно від положення зовнішньої поверхні захищення стосовно зовнішнього повітря.

Q_{men}^n визначається із залежності:

$$Q_{men}^n = \left(\frac{F_I + F_{II} - A_{ков}}{R_I \cdot R_{II}} \right) \cdot (t_6 - t_3), \text{ Вт}, \quad (11)$$

де R_I, R_{II} , [м²*°С/Вт] – опір теплопередачі окремих зон підлоги; F_I, F_{II} , [м²] – площі окремих зон підлоги; t_6 , [°С] – розрахункова температура повітря в приміщенні; t_3 , [°С] – розрахункова температура зовнішнього повітря.

На основі теплового балансу було складено систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{ков}^{\kappa} = \alpha_{\kappa} \cdot A_{ков} \cdot (\tau_{ков} - t_{\epsilon}) ; \\ Q_{ков}^{np} = \alpha_{np} \cdot A_{ков} \cdot (\tau_{ков} - t'_R) ; \\ Q_{пор_i}^{\kappa} = \alpha_{пор}^{\kappa} \cdot F_{пор} \cdot (t_{пор} - t_{\epsilon}) ; \\ Q_{пор_i}^{np} = \alpha_{пор}^{np} \cdot F_{пор} \cdot (t_{пор} - t'_R) ; \\ Q_{пор_i}^{\epsilon} = 0,28 \cdot C_p \cdot V_{\epsilon} \cdot (t_{вид} - t_{\epsilon}) ; \\ Q_{мен}^{3.c} = F_{cm} \cdot K_{cm} \cdot (t_{\epsilon} - t_3) \cdot n \cdot (1 + \beta) ; \\ Q_{мен}^{\epsilon} = F_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon} \cdot (t_{\epsilon} - t_3) \cdot n \cdot (1 + \beta) ; \\ Q_{мен}^n = \left(\frac{F_I + F_{II} - A_{ков}}{R_I \cdot R_{II}} \right) \cdot (t_{\epsilon} - t_3) . \end{array} \right. \quad (12)$$

Розв'язавши систему рівнянь (12), було отримано залежність для визначення температури внутрішнього повітря в зоні перебування поросят:

$$t_{\epsilon} = \frac{A_{ков} \cdot \tau_{ков} \cdot (\alpha_{\kappa} + \alpha_{np}) + (\alpha_{пор}^{\kappa} + \alpha_{пор}^{np}) \cdot F_{пор} \cdot t_{пор} + t_3 \cdot n \cdot (1 + \beta) \cdot (F_{cm} \cdot K_{cm} + F_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon}) +}{n \cdot (1 + \beta) \cdot (F_{cm} \cdot K_{cm} + F_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon}) + \left(\frac{F_I + F_{II} - A_{ков}}{R_I \cdot R_{II}} \right) + 0,28 \cdot C_p \cdot V_{\epsilon} +} + t_3 \cdot \left(\frac{F_I + F_{II} - A_{ков}}{R_I \cdot R_{II}} \right) + 0,28 \cdot C_p \cdot V_{\epsilon} \cdot t_{вид} \quad (13)$$

Для спрощення залежності (13) було замінено спільні елементи:

$$A = (\alpha_{\kappa} + \alpha_{np}) \cdot A_{ков} , \quad (14)$$

$$B = (\alpha_{пор}^{\kappa} + \alpha_{пор}^{np}) \cdot F_{пор} , \quad (15)$$

$$C = (F_{cm} \cdot K_{cm} + F_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon}) \cdot n \cdot (1 + \beta) , \quad (16)$$

$$D = \left(\frac{F_I + F_{II} - A_{ков}}{R_I \cdot R_{II}} \right) , \quad (17)$$

$$E = 0,28 \cdot C_p \cdot V_{\epsilon} . \quad (18)$$

В результаті залежність (13) набула такого вигляду:

$$t_{\epsilon} = \frac{A \cdot \tau_{ков} + B \cdot t_{пор} + (C + D) \cdot t_3 + E \cdot t_{вид}}{A + B + C + D + E} . \quad (19)$$

Висновки. Отримано аналітичну залежність, яка дає змогу визначити температуру внутрішнього повітря в зоні перебування поросят, що забезпечується системою опалення, яка складається із стінової опалювальної панелі, інфрачервоного нагрівача і нагрівального коврика.

1. ВНТП- АПК-02.05. Свинарські підприємства. – К., 2005. 2. Макаруха О.І., Желих В.М. Підтримання температурного режиму в цеху поросят і свиноматок // Вісник НУ "Львівська політехніка" "Теорія і практика будівництва". – 2009. – №655. – С. 168–170. 3. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление. – М.: Стройиздат, 1991. – 736 с. 4. Щербатюк Б.І. Енергоощадні системи. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2003. – 112 с.