

## ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Й ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ БУДІВЕЛЬ

*Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка, кафедра автомобільних доріг, геодезії  
та архітектури сільських будівель, м. Полтава, Україна*

Проаналізовані особливості і сучасний стан нормування теплозахисної здатності огороджувальних конструкцій тваринницьких будівель, сформульовано комплекс заходів з економії теплової енергії при проектуванні, експлуатації і реконструкції цих будівель.

**Постановка проблеми.** Питання енергозбереження і створення належного мікроклімату в тваринницьких будівлях є складовою загальнодержавної політики у сфері енергоефективності. В той же час у цих будівлях є цілий ряд специфічних особливостей, котрі не знаходять належного урахування в сучасних дослідженнях та нормативних документах нашої країни.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням енергозбереження в тваринницьких будівлях, нормуванню їх теплозахисту і створенню та удосконаленню ефективних огороджувальних конструкцій присвячені роботи науковців України та Росії: Ануфрієва Л.М. [1], Маравіна Б.Л., Строя А.Ф. [2], Пригунова Ю.М. [3], Валова В.М. [4], Кузьміної Т.В., Волика Г.Л., Височиної Т.В., Іоничева Є.Г. та інших. Більшість цих, як і інших робіт, виконані ще у 1970-1990 рр. і не враховують сучасних реалій нормативних вимог, конструктивних вирішень та умов експлуатації щодо тваринницьких будівель. Останнім же часом цій проблематиці приділяється недостатньо уваги в нашій країні.

**Метою статті** є виявлення шляхів створення енергоефективних огороджувальних конструкцій тваринницьких будівель. З мети впливають такі **основні задачі роботи:** виявити загальні проблеми з енергозбереження і теплової ізоляції цих будівель; проаналізувати особливості та сучасний стан нормування теплоізоляції тваринницьких будівель; сформулювати комплекс заходів з економії теплової енергії при проектуванні й експлуатації тваринницьких будівель.

**Виклад основної частини.** Покращення теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій тваринницьких будівель, крім економії паливно-енергетичних ресурсів при їх експлуатації, сприяє також поліпшенню мікроклімату приміщень і підвищенню продуктивності тварин і птиці. За сучасними даними, ефективність і продуктивність тваринництва визначається на 60 % годівлею, на 20 % породним складом і віком тварин та на 20 % мікрокліматом й умовами утримання. Нормативні параметри мікроклімату тваринницьких будівель наведено в ДБН [5]. При невідповідності мікроклімату

оптимальним зоогієнічним параметрам надої молока знижуються на 10-20 %, приріст маси тварин – на 20-30 %, яйценосність курей – на 30 %, падіж молодняка досягає 30 %. Наприклад: витрати кормів при вирощуванні і відгодівлі свиней в неопалювальних приміщеннях зростають на 10-25 %. Вартість корму, що витрачається на підтримання терморегуляції в організмі тварин, значно вища за вартість теплової енергії, необхідної для опалення тваринницьких приміщень [6, 7].

Тому відповідно до вимог норм технологічного та будівельного проектування різних тваринницьких підприємств огорожувальні конструкції та інженерне обладнання будівель повинні забезпечувати підтримання необхідних параметрів мікроклімату [5, 8, 9]. Тваринницькі будівлі в теплотехнічному відношенні мають ряд специфічних особливостей, пов'язаних з наявністю в приміщенні великої кількості тварин із власними тепло- і вологовиділеннями. Тепловиділення настільки значимі, що в ряді випадків допустимі умови мікроклімату можуть бути забезпечені без улаштування опалювальних систем. У цьому випадку будівля кваліфікується як неопалювана. Для неопалюваної будівлі потрібний опір теплопередачі визначають із двох умов: теплового балансу і невипадання конденсату на внутрішній поверхні огороження. За умови теплового балансу в будівлю повинно надходити в одиницю часу стільки теплоти, скільки її витрачається:

$$Q_{огор} + Q_{\epsilon} = Q_m, \quad (1)$$

де  $Q_{огор}$  – загальні тепловтрати через огороження (стіни, вікна, ворота, покриття, підлогу), включаючи і тепловтрати на випаровування вологи з мокрих поверхонь;  $Q_{\epsilon}$  – тепловтрати через вентиляцію;  $Q_m$  – кількість теплоти, що виділяється тваринами.

Теплотехнічний розрахунок огорожень для обох видів будівель (неопалювана чи опалювана) в основному зводиться до визначення потрібного опору теплопередачі ( $R_o^{номп}$  чи  $R_{q \min}$ ) [10]. На жаль у ДБН „Теплова ізоляція будівель” [10] у табл. 2 наведені нормативні значення величини опору теплопередачі  $R_{q \min}$  для виробничих (промислових) будівель взагалі без конкретизації щодо тваринницьких та врахування їх специфіки. Водночас нормами технологічного проектування [8, 9] для тваринницьких будівель за відсутності достовірних вихідних даних для техніко-економічних розрахунків допускається як економічно доцільні значення опору теплопередачі зовнішніх огорожень у будівлях для утримання тварин приймати: для стін –  $1,6 \div 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для покриття –  $2,8 \div 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Однак у нормах відсутні вказівки чи пояснення як саме з означеного інтервалу вибирати потрібні величини опору теплопередачі огорожень. Така неузгодженість між нормами технологічного [8, 9] і будівельного проектування [10] створила колізію при виконанні теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель.

У тваринницьких будівлях відрізняється обчислення коефіцієнта тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій  $\alpha_{\epsilon}$ . Для

житлових, громадських і більшості промислових будівель справедливо припущення, що температура предметів, які знаходяться у приміщенні (меблів, поверхонь внутрішніх стін тощо) дорівнює температурі внутрішнього повітря, а поверхні, що беруть участь у променевому теплообміні, являють собою дві паралельні площини однакової величини. в цьому випадку наближене значення коефіцієнта тепловіддачі становить  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , що й нормується ДБН [10]. Для тваринницьких будівель указані вище припущення не є справедливими, оскільки температура поверхні тіла тварин, які знаходяться в променевому теплообміні з огорожувальними конструкціями, значно вища за температуру повітря у приміщенні. У зв'язку з цим фактичні значення коефіцієнтів тепловіддачі  $\alpha_e$  у тваринницьких приміщеннях можуть суттєво відрізнятися від значення  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . На основі проведеного узагальнення результатів досліджень фахівцями колишнього ПолтІнБІ були встановлені уточнені диференційовані значення коефіцієнтів тепловіддачі  $\alpha_e$  внутрішніх поверхонь стін і покриттів тваринницьких будівель залежно від питомого заповнення приміщень тваринами і відносної вологості  $\varphi_e$  повітря в приміщенні (табл. 1).

Значення  $\alpha_e$  за табл. 1 рекомендується використовувати при експериментальному проектуванні огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель із метою їх подальшої перевірки і корегування.

Таблиця 1.

Уточнені значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішніх поверхонь  $\alpha_e$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , зовнішніх стін і покриттів тваринницьких будівель

Щільність заповнення приміщення тваринами, кг живої маси на 1 м <sup>2</sup> підлоги	Для холодної пори року при $\varphi_e$ , %			Для теплої пори року
	Менше 70	70–80	Більше 80	
Менше 60	7,2	8,7	9,7	7
60–100	8,4	10	12	7,8
Більше 100	9,3	11,6	12,8	8,6

Нами запропоновані більш деталізовані для розширеного діапазону параметрів рекомендовані значення коефіцієнтів тепловіддачі на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій тваринницьких будівель  $\alpha_e$ , які наведені у табл. 2.

Виключно актуальним і важливим для тваринницьких приміщень є також нормування і забезпечення обґрунтованого зоогігієнічними вимогами показника теплосвоєння поверхні підлоги  $Y_n$ ,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ , для різних видів тварин, їх статево-вікових груп та способів утримання. Знову ж таки, на жаль, ДБН „Теплова ізоляція будівель” [10] таких нормативів щодо тваринницьких будівель не містить. Натомість у нормах технологічного проектування скотарських [8], свинарських [9] та й інших тваринницьких будівель є вказівки щодо обмеження величини питомого теплового потоку від лежачих тварин у конструкцію підлоги.

Таблиця 2.

Уточнені значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішніх поверхонь  $\alpha_e, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , зовнішніх стін і покриттів тваринницьких будівель

Щільність заповнення приміщення тваринами, кг живої маси на 1 м <sup>2</sup> підлоги	Для холодної пори року при $\phi_v$										
	70 % і менше	71%	72%	73%	74%	75%	76%	77%	78%	79%	80 % і більше
60 кг і менше	7,20	7,45	7,70	7,95	8,20	8,45	8,70	8,95	9,20	9,45	9,70
70	7,73	8,00	8,28	8,55	8,83	9,10	9,38	9,65	9,93	10,20	10,48
80	8,25	8,55	8,85	9,15	9,45	9,75	10,05	10,35	10,65	10,95	11,25
90	8,78	9,10	9,43	9,75	10,08	10,40	10,73	11,05	11,38	11,70	12,03
100 кг і більше	9,30	9,65	10,00	10,35	10,70	11,05	11,40	11,75	12,10	12,45	12,80

Методика ж підрахунку цього показника не наведена ні в ДБН, ні в ВНТП, що вимагає усунення цієї прогалини.



Рис. 1. Класифікація засобів досягнення високого рівня теплозахисту будівель

Незважаючи на неврегульованість у нормах деяких відзначених теплотехнічних показників, тваринницькі будівлі в сучасних умовах споруджуються і реконструюються, термомодернізуються з урахуванням вітчизняного і зарубіжного передового досвіду енергозбереження. Можна виділити основні шляхи створення енергоекономічних оголоджувальних конструкцій (рис. 1) [6].

Актуальним й економічно доцільним є додаткове утеплення зовнішніх стін та покриттів (перекрыттів) існуючих тваринницьких будівель. Підвищення їх теплозахисту дозволить поліпшити внутрішній мікроклімат у зимовий час, скоротити витрати кормів та підвищити продуктивність тварин. Це тим більш важливо, що передбачені у багатьох тваринницьких будівлях системи опалення

практично ніде не працюють. Однак улаштуванню теплоізоляції будівель, що реконструюються, приділяється недостатньо уваги, хоча обсяги реконструктивних робіт у силу об'єктивних причин переважають порівняно з новим будівництвом.

Вітчизняний та особливо зарубіжний досвід дає багато засобів досягнення високого рівня теплозахисту будівель шляхом створення енергетично ефективних огорожень як при новому будівництві, так і реконструкції існуючих споруд.

**Висновки.** Врахування викладених особливостей та усунення відзначених недоліків у нормуванні теплозахисту тваринницьких будівель дозволить покращити їх мікроклімат, витрати енергоносіїв та кормів для збільшення кількості та поліпшення якості отримуваної тваринницької продукції.

**Перспективи подальших досліджень.** Необхідне розроблення нормування і розрахунку теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій, що дозволяло б оптимізувати і мінімізувати енергоспоживання тваринницьких будівель шляхом комплексного врахування нормативних параметрів мікроклімату приміщень для різних тварин, способів їх утримання, об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівель.

Для переважної більшості тваринницьких будівель з певною щільністю заповнення їх тваринами ( $кг/м^2$ ) можна забезпечити підтримання заданого температурно-вологісного режиму приміщень за рахунок утилізації теплоти, що виділяється тваринами при відповідному рівні опору теплопередачі огорожень. Тобто, вони можуть бути неопалюваними без подачі штучно отриманої теплоти. Безумовно така задача має розв'язуватись методом оптимізації одночасних і поточних витрат, тобто визначенням зведених витрат.

### Література

1. *Ануфриев Л. Н.* Теплофизические расчёты сельскохозяйственных производственных зданий / Л. Н. Ануфриев, И. А. Кожинов, Г. М. Позин. – М.: Стройиздат, 1974. – 215 с.
2. *Строй А. Ф.* Теплоснабжение и вентиляция сельскохозяйственных зданий и сооружений. – К.: Вища школа, 1983. – 215 с.
3. *Прыгунов Ю. М.* Микроклимат животноводческих и птицеводческих зданий. Расчет и проектирование / Ю. М. Прыгунов, В. А. Новак, Г. П. Седых. – К.: Будівельник, 1986. – 80 с.
4. *Валов В. М.* Энергосберегающие животноводческие здания (физико-технические основы проектирования) / В. М. Валов. – М.: Изд-во АСВ, 1997. – 310 с.
5. ДБН В.2.2.1-95. Будинки і споруди. Будівлі і споруди для тваринництва. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 38 с.
6. *Глікман М. Т.* Основи будівельної фізики сільських споруд / М. Т. Глікман, О. Б. Кошлатий, Є. В. Вітвицька. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.

7. *Хазін В. Й.* Будівлі і споруди агропромислового комплексу: навч. посіб. / В. Й. Хазін. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2006. – 255 с.
8. ВНТП АПК-01.05. Скотарські підприємства. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 96 с.
9. ВНТП АПК-02.05. Свинарські підприємства. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 98 с.
10. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель / [Фаренюк Г. Г., Кривошеєв П. І., Чернявський В. В. та ін.]. – К.: Мінбуд України, 2006.

#### **Аннотація**

Проанализированы особенности и современное состояние нормирования теплозащитной способности ограждающих конструкций животноводческих зданий, сформулировано комплекс мероприятий по экономии тепловой энергии при проектировании, эксплуатации и реконструкции этих зданий.

#### **Annotation**

The features and the current state of regulation heatproof ability walling livestock buildings, formulated a set of measures to conserve heat in the design, operation and reconstruction of these buildings.