

УДК 631.22/.23:72.012+515.2

О.В.ПЕДЧЕНКО

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОПОРЦІЙ БЛОКУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ БУДІВЛІ ТА КУЛЬТИВАЦІЙНОЇ СПОРУДИ

Пропонується спосіб визначення оптимальних пропорцій огорожувальних конструкцій (з точки зору їх тепловтрат) при блокуванні тваринницької будівлі та культивацийної споруди при об'єднанні їх в енергобіологічний комплекс.

Предлагается способ определения оптимальных пропорций ограждающих конструкций (с точки зрения их теплопотерь) при блокировании животноводческой здания и культивационных сооружения при объединении их в энергобиологический комплекс.

A method of determining the optimal livestock building and cultivation facilities blocking walling proportions (in terms of heat losses) in combining them into energybiological complex is proposed.

Ключові слова: блокування, тваринницька будівля, культивацийна споруда, повітрообмін

Постановка проблеми. Норми технологічного проектування [5, 6] та державні будівельні норми [1, 3, 4] висувають вимоги до теплоізоляційних характеристик огороження будівель та рекомендують напрямки їх орієнтації, наприклад тваринницькі будівлі розміщують меридіально, а культивацийні споруди – широтно. Ці заходи сприяють зменшенню тепловтрат та покращенню інсоляційних характеристик в будівлях.

При проектуванні енергобіологічного комплексу постає питання енергоефективності та енергоекономічності будівель та споруд в його складі. В об'ємно-планувальному та конструктивному аспектах цього можна досягти, обравши оптимальні параметри огорожувальних конструкцій з точки зору мінімальних тепловтрат та раціонального розташування світлопрозорих конструкцій.

Рекомендовані схеми об'єднання основних виробничих будівель за рахунок блокування тваринницьких будівель та культивацийних споруд в залежності від їх потужності зображено на рис. 1.

Постає проблема визначення оптимальних та раціональних пропорцій огорожувальних конструкцій при блокуванні тваринницької будівлі та культивацийної споруди (з урахуванням додаткових показників).

Аналіз існуючих рішень. Згідно з ДБН «Теплова ізоляція будівель» [1] визначення теплового балансу будівлі виконують з урахуванням, як тепловтрат через огорожувальні конструкції будівель, так і теплонад-

ходжень за рахунок сонячної радіації та введено ряд коефіцієнтів врахування умов роботи складових системи підтримки мікроклімату будівель. Такий розрахунок не враховує у повній мірі орієнтацію будівлі. Так у роботі [7] враховується орієнтація і ступінь блокування будівель та розглядається тепловий баланс окремої будівлі, але не враховується коефіцієнти викладені у ДБН «Теплова ізоляція будівель».

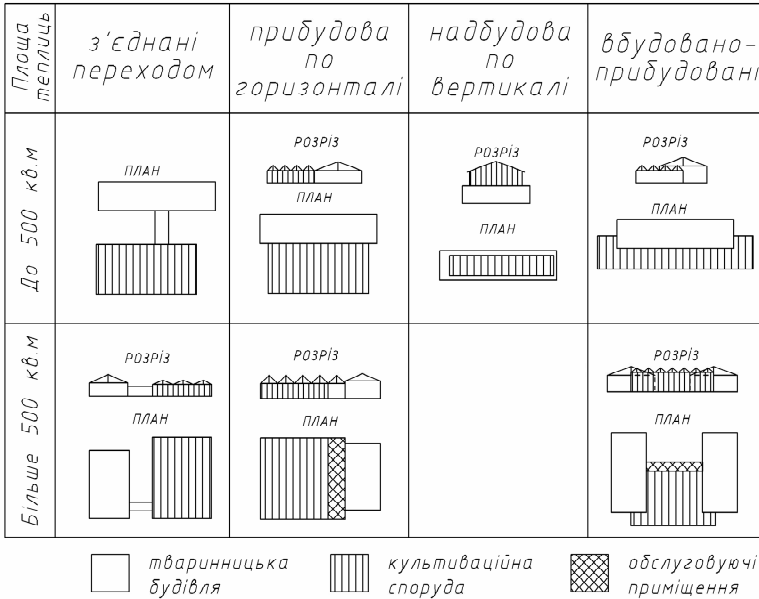


Рис. 1 – Гістограми розподілу величини Z та інтенсивності Y снігопаду

Виклад основного матеріалу. Пропонується варіант визначення оптимальної орієнтації та раціональних пропорцій блокування будівель з урахуванням їх орієнтації, пропорцій блокування та коефіцієнтів викладених у ДБН «Теплова ізоляція будівель». Розрахунок проводиться за зміною теплового балансу будівель комплексу в залежності від зміни орієнтації та пропорцій блокування. Тепловий баланс будівлі, як система, що характеризує співвідношення тепловтрат і теплонадходжень.

За основу для визначення оптимальних та раціональних пропорцій блокування обрано формулу теплового балансу будівлі за ДБН «Теплова ізоляція будівель», що враховує загальні тепловтрати через огорожувальні конструкції, побутові теплонадходження та теплонадходження через вікна від сонячної радіації, кВт:

$$Q_{роз} = [Q_k - (Q_{вн n} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h, \quad (1)$$

та у розгорненому вигляді:

$$Q_{роз} = [\chi_1 \cdot (\xi (F_{ин} / R_{\Sigma пр ин} + F_{сн} / R_{\Sigma пр сн} + F_{д} / R_{\Sigma пр д} + F_{нк} / R_{\Sigma пр нк} + F_{ц} / R_{\Sigma пр ц}) / F_{\Sigma} + \chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta / F_{\Sigma}) \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} - (Q_{вн n} + (\zeta_6 \varepsilon_6 (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{Пд} I_{Пд} + F_3 I_3) + \zeta_{3 л} \varepsilon_{3 л} F_{сн л} I_2)) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h, \quad (2)$$

де $\chi_1 = 0,024$ – розмірний коефіцієнт; ξ – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з орієнтацією огорож за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок; $F_{ин}, F_{сн}, F_{д}, F_{нк}, F_{ц}$ – площа відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкції (вікон, ліхтарів), зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольного перекриття, m^2 ; $R_{\Sigma пр ин}, R_{\Sigma пр сн}, R_{\Sigma пр д}, R_{\Sigma пр нк}, R_{\Sigma пр ц}$ – приведений опір теплопередачі відповідно стін, світлопрозорих конструкцій (вікон, ліхтарів), зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольних перекриттів, $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$; підлог по ґрунту – з урахуванням їх поділу на зони із значенням опору теплопередачі; F_{Σ} – внутрішня загальна площа огорожувальних конструкцій частини будівлі, що опалюється з урахуванням покриття (перекриття) верхнього поверху й перекриття підлоги нижнього опалюваного приміщення, m^2 ; $\chi_2 = 0,278$ – розмірний коефіцієнт; c – питома теплоємність повітря, приймається $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; $n_{об}$ – середня кратність повітрообміну будівлі за опалювальний період, год^{-1} , що визначається експериментально або приймається за нормами проектування будівель; v_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря у будівлі, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних приймається $v_v = 0,85$; $F_{л}, V_h$ – опалювана площа або об'єм будівлі, m^2 або m^3 ; γ_3 – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, $\text{кг}/m^3$, визначається за формулою:

$$\gamma_3 = 353 / [273 + 0,5 \cdot (t_b + t_{он з})], \quad (3)$$

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщень будинків, що визначається за нормами технологічного проектування, $^\circ C$; $t_{он з}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^\circ C$, що визначається згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27; η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; $D_d = (t_6 + t_{он з}) \cdot z_{он}$ – кількість градусо-днів опалювального періоду; $z_{он}$ – тривалість, днів, опалювального періоду, що визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27; $\zeta_6, \zeta_{3 л}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відносно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими

елементами заповнення, що приймаються за таблицею Н.1 [1]; $\varepsilon_6, \varepsilon_{3, л}$ – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації для світлопрозорих заповнень вікон і zenітних ліхтарів; $F_{Пн}, F_C, F_{П0}, F_3$ – площа світлових прорізів фасадів будівлі, відповідно орієнтованих за чотирима сторонами світу, м²; $F_{сп л}$ – площа світлових прорізів zenітних ліхтарів будівлі, м²; $I_{Пн}, I_C, I_{П0}, I_3$ – суми сумарної сонячної радіації за опалювальний період, що надходить на вертикальну поверхню різної орієнтації за середніх умов хмарності, кВт·год/м², приймаються згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27; ν – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло при періодичному тепловому режимі і визначається згідно ДБН В.2.5-24; за відсутності точних даних слід приймати $\nu = 0,8$; ζ – коефіцієнт авторегулювання подавання тепла в системах опалення; рекомендовані значення $\zeta = 1,0$ – в однотрубній системі з термостатами та з пофасадним авторегулюванням; β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системою опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів і додатковими тепловтратами через зарядаторні ділянки огорож, тепловтрами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення: для багатосекційних та інших протяжних будівель $\beta_h = 1,13$.

Формула (1) відображає всі процеси, що формують енергетичний баланс будівлі, але для вирішення поставленої проблеми необхідно враховувати ті змінні, які залежать від орієнтації будівель та варіантів їх блокування. Тому відкинемо величину побутових теплонадходжень $Q_{вн п}$, оскільки вона не залежить від орієнтації будівлі. А коефіцієнти ($\beta_h, \nu, \zeta, \chi_1, \xi, \chi_2, c, \nu_v, \eta$) замінимо виразами:

$$a = \chi_1 \cdot \xi \cdot z_{on} \cdot \beta_h = 0,024 \cdot 1,1 \cdot 1,13 \cdot z_{on} = 0,029832 \cdot z_{on}, \quad (4)$$

$$b = \chi_1 \cdot \zeta \cdot c \cdot \nu_v \cdot \eta \cdot \beta_h \cdot z_{on} \cdot n_{об} \cdot V_h = 0,006409 \cdot n_{об} \cdot z_{on}, \quad (5)$$

$$c = \nu \cdot \zeta \cdot \beta_h = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,13 = 0,904. \quad (6)$$

В результаті отримаємо відносну величину енергетичного балансу будівлі ΔQ , що характеризує зміну енергетичного балансу будівлі в залежності від її орієнтації та варіанту блокування:

$$\begin{aligned} \Delta Q = & a (F_{Пн} / R_{\Sigma пр нн} + F_{сн} / R_{\Sigma пр сн} + F_0 / R_{\Sigma пр 0} + F_{нк} / R_{\Sigma пр нк} + \\ & + F_u / R_{\Sigma пр u}) / F_{\Sigma} + b \cdot V_h \cdot \gamma_3 / F_{\Sigma} \cdot (t_6 + t_{он з}) \cdot F_{\Sigma} - \\ & - (\zeta_6 \varepsilon_6 (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{П0} I_{П0} + F_3 I_3) + \zeta_3 \varepsilon_{3, л} F_{сп л} I_2) \cdot c, \end{aligned} \quad (7)$$

де ΔQ – відносна величина енергетичного балансу будівлі залежно від орієнтації та блокування з іншими будівлями чи спорудами.

Для спрощення подальших обрахунків введемо поняття однотипного блоку огорожувальної конструкції – це частина огорожувальної конструкції площею F_i , що має азимутну орієнтацією α_i та на всій протяжності має однакові теплотехнічні характеристики ($R_{\Sigma np i}$, ζ_i , ε_i). Тоді енергетичних баланс однотипного блоку огородження знаходимо за формулою:

$$\Delta Q_i = (a \cdot F_i / R_{\Sigma np i} + b \cdot V_{hi} \cdot \gamma_{3i}) \cdot (t_{\theta i} + t_{3i}) - c \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_i \cdot F_i I_i, \quad (8)$$

де F_i – площа однотипного блоку огородження; $R_{\Sigma np i}$ – опір теплопередачі однотипного блоку огородження.

Розкриємо дужки та виділимо три складові енергетичного балансу однотипного блоку огородження: теплопередача через огородження $\Delta Q_{\kappa i}$, тепловтрати за рахунок інсоляції $\Delta Q_{inc i}$ та теплові надходження від сонячної радіації $\Delta Q_{\theta i}$. Оскільки теплові надходження від сонячної радіації відбуваються не тільки через світлопрозорі конструкції, а й за рахунок процесу нагріву поверхні й інших огорожувальних конструкцій, внесемо відповідні зміни до формули (8):

$$\Delta Q_i = \Delta Q_{\kappa i} + \Delta Q_{inc i} - \Delta Q_{\theta i}, \quad (9)$$

$$\Delta Q_{\kappa i} = a \cdot (F_i / R_{\Sigma np i}) \cdot (t_{\theta i} + t_{3i}), \quad (10)$$

$$\Delta Q_{inc i} = b \cdot V_{hi} \cdot \gamma_{3i} \cdot (t_{\theta i} + t_{3i}), \quad (11)$$

$$\Delta Q_{\theta i} = c \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_i \cdot F_i I_i(S_i). \quad (12)$$

Передача енергії від сонячної радіації відбувається не тільки за рахунок теплонадходжень через вікна, а й від нагрівання поверхні огорожувальних конструкцій.

У першому випадку теплонадходження через вікна визначаємо за кількістю прямої сонячної радіації за опалювальний період, що проходить через світлопрозоре огородження i , $S_i = S \cdot \sin \alpha$, МДж/м²:

$$\Delta Q_{\theta i} = c \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_i \cdot F_i \cdot S_i. \quad (13)$$

У другому випадку розрахунок відбувається за формулою, що враховує сумарну сонячну радіацію за опалювальний період [2], яка потрапляє на конструкцію i , $I_i = I \cdot \sin \alpha$, МДж/м²:

$$\Delta Q_{\theta i} = c \cdot \zeta_i \cdot F_i \cdot I_i. \quad (14)$$

Отже визначено складові енергетичного балансу (9) та особливості їх розрахунку (13, 14), а далі розглянемо як саме враховується орієнтація будівель та ступінь їх блокування.

Оптимальна орієнтація зблокованих будівель за визначеною формулою залежить від кількості теплової енергії сонячної радіації, що потрапляє на поверхні огородження та до приміщення. Оскільки при

блокуванні будівель у комплекс температура ззовні огорожувальних конструкцій в місці примикання будівель буде дорівнювати температурі повітря всередині іншої будівлі ступінь блокування у формулах (10-12) врахована через змінну t_{zi} , яка вища за температуру зовнішнього повітря.

Порівняння проектних пропозицій проводиться за зміною теплового балансу будівель комплексу в залежності від їх орієнтації та пропорцій блокування.

Висновки. Розроблено спосіб визначення оптимальних і раціональних пропорцій блокування тваринницької будівлі та культиватійної споруди з врахуванням додаткових показників (опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, орієнтації будівель, ступеня блокування будівель та ін.).

У подальших дослідженнях передбачено складання алгоритму розрахунку та візуального представлення викладених розробок на ПЕОМ.

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – (Чинний від 2007-04-01) // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний з 01.11.2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 124 с. – (Державний стандарт України).

3. Теплиці та парники: ДБН В.2.2-2-95. – [Чинні від 1999-12-01] // Держкоммістобудування України. – К.: Укрархбудінформ, 1995. – 13 с. – (Державні будівельні норми України).

4. Будівлі і споруди для тваринництва: ДБН В.2.2-1-95. – [Чинні від 1995-02-01] // Держкоммістобудування України. – Київ: УкрНдіагропроект, 1995 р. – 37 с. – (Державні будівельні норми України).

5. Скотарські підприємства: ВНТП–АПК 01.05. – [Чинні від 2006-01-01] // Мінагрополітики України. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 111 с. – (Відомчі норми технологічного проектування).

6. Тепличні та оранжерейні підприємства. Споруди захищеного ґрунту для фермерських (селянських) господарств.: ВНТП–АПК-19-07. – [Чинні від 2007-08-01] // Мінагрополітики України. – К.: ХІК, 2007. – 96 с. – (Відомчі норми технологічного проектування).

7. Мартинов В.Л. Оптимізація параметрів енергоефективних блокованих будівель / В.Л. Мартинов // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Випуск 1 (78). – С. 130-133.

Отримано 20.12.2013