

Сутність будь-якої просторової координатної системи можна трактувати по-іншому, тобто уявити її як деяку конгруенцію ліній, у якої параметрами променя і точки на промені є три якихось величини, умови відліку яких визначені заздалегідь. Назвемо таку систему узагальненою координатною системою. З цього погляду прямокутну декартову систему координат уявимо як конгруенцію КГ (1,0) вертикальних прямих. У цьому випадку координати x і y є параметрами променя конгруенції, а координата z - параметром точки на промені.

Аналогічно ту ж систему можна розглянути як конгруенцію КГ (1, 0) горизонтальних прямих, рівнобіжних осі Ox або Oy , тоді параметрами променя є координати y , z або x , z , а параметром точки на виділеному промені - відповідно координата x або y .

У основу узагальненої просторової координатної системи може бути покладена будь-яка конгруенція прямих або кривих ліній. На характер узагальненої системи координат впливає вид конгруенції, а також умови, що зв'язують її параметри.

Циліндрична система координат є одним із варіантів просторових координатних систем, одержуваних із конгруенції КГ (1,1) горизонтальних прямих, у котрої однією директрисою є вісь Oz , а другою – нескінченно віддалена пряма. Промінь конгруенції виділяється параметрами φ , z , а точка на промені – параметром ρ .

Якщо взяти конгруенцію КГ (1,0) – низку прямих із власним центром, виділяти промінь конгруенції параметрами φ , θ , а точку на промені – параметром ρ , то одержується сферична координатна система.

Змінюючи умови, що зв'язують параметри променя і точки на промені різних конгруенцій, можна одержувати різноманітні просторові координатні системи, окремими випадками яких є розглянуті вище системи координат.

УДК 692.42/47:728

ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВО ТЕПЛОЗБЕРІГАЮЧИХ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ ІЗ ГОРИЦАМИ

М.Г.ТЕРЕНТЮК - к.т.н., докторант, Полтавський ДТУ

Згідно наказу №247 від 27 грудня 1993 року Міністерства України у справах будівництва і архітектури були введені в дію нові но-

рмативи опору теплопередачі огорожжючих конструкцій цивільних будинків і споруд для нового будівництва, реконструкцій та капітальних ремонтів. У ньому в пункті “Покрівлі і перекриття” відсутні ці нормативи для цивільних будинків з “теплыми” горищами, опір теплопередачі огорожжючих конструкцій для яких, в свою чергу, рекомендують визначати тепловим розрахунком згідно “Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с “тёплым” чердаком для многоэтажных жилых зданий”[1]. Дані документи носять тільки рекомендаційний характер і зовсім не відповідають результатам натурних досліджень та випробовувань, які були проведені безпосередньо на багатьох житлових будинках з “теплыми” горищами та повністю ідуть врозріз із новими розробками по причині того, що містять цілий ряд суттєвих недоречностей та недоліків.

Існуючі недосконалі норми дозволяли мати значні тепловтрати як через зовнішні стіни, вікна, так і з вентиляцією в багатоповерхових та малоповерхових цивільних будинках при застосуванні їх до зовнішніх огорожжючих конструкцій. Зараз майже в усьому існуючому житловому фонді маємо такі значні тепловтрати.

Конструктивні рішення житлових і громадських будинків в усіх цивілізованих державах світу оцінюють по теплозахисту вже при виборі ефективних утеплювачів із використанням економічних показників. На протязі останніх десятиліть це робилось особливо широко через різке подорожчання на світовому ринку палива в декілька разів під час так званої енергетичної кризи. При цьому неодноразово переглядалися нормативні документи по рівню теплозахисту огорожжючих конструкцій цивільних будинків. Проблема енергозбереження у таких випадках вирішується в комплексі за рахунок зниження енергоспоживання як існуючих будинків, так і тих що тільки будуються, при одночасному підвищенні теплозахисних якостей всіх зовнішніх огорожжючих конструкцій. Все це в свою чергу призвело в багатьох розвинутих капіталістичних державах до значного скорочення енергоспоживання на експлуатаційні потреби будинків.

Житлові і громадські будинки з “теплыми” горищами мають значну кількість переваг над іншими їх конструктивними рішеннями через те, що ефективне використання об'єму горища у вигляді вентиляційної камери статичного тиску, яка зігрівається повітрям витяжної вентиляції з приміщень усіх поверхів, призводить до зменшення загальних тепловтрат будівлі в цілому. Але всі відомі конструктивні рішення цивільних будинків із “теплыми” горищами мають цілий ряд недоліків, основними з яких є те, що різні відстані між вентиляційними каналами, які виходять на горище з приміщень, і однією вентиляційною шахтою на блок-секцію значно погіршують вен-

тиляційний процес всієї будівлі в цілому, а це призводить до утворення на горищі невентильованих “застійних” зон.

У зв'язку із цим, дуже важливе значення у вирішенні проблеми скорочення використання паливно-енергетичних ресурсів у будівельній індустрії України має створення енергозберігаючих конструктивних рішень цивільних будинків та вдосконалення принципів підходу до нормування теплозахисту їх зовнішніх огорожень.

Для усунення всіх недоліків відомих уже розробок житлових і громадських будинків із горищами розроблено нове перспективне конструктивне їх рішення [2;3].

Запропонований теплотехнічний розрахунок таких цивільних будинків із “теплыми” горищами обчислюється, виходячи із збереження теплового балансу на горищі, яке зігрівається теплим витяжним вентиляційним повітрям з усієї будівлі і тим теплом, яке поступає через перекриття верхнього поверху, при недопущенні випадання конденсату на внутрішніх поверхнях усіх його зовнішніх огорожуючих конструкцій, а також із забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов усіх приміщень будинку. Тепловтрати “теплого” горища визначаються з урахуванням їх через його покриття і зовнішні огорожуючі стіни.

При цьому рівняння теплового балансу “теплого” горища будь-якого цивільного будинку буде мати наступний вигляд:

$$Q_{т.б} = Q_{пер.в.п} + Q_{в.к} - Q_{ст.г} - Q_{покр} - Q_{в.в}, \quad (1)$$

де $Q_{пер.в.п}$, $Q_{в.к}$ - відповідно теплонадходження в горище через перекриття верхнього поверху будинку та усі вентиляційні канали;

$Q_{ст.г}$, $Q_{покр}$, $Q_{в.в}$ - відповідно тепловтрати горища через стіни горища, покриття та утеплені вентиляційні виводи.

Спочатку, виходячи із умов невинищення конденсату на внутрішніх поверхнях зовнішніх огорожуючих конструкцій “теплого” горища, вираховується температура повітря на горищі

$$t_{гор}^к = \frac{(t_з - \tau_{ст.г} R_o^{cm.г} \alpha_в^{cm.г})}{(1 - R_o^{cm.г} \alpha_в^{cm.г})}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

Опір теплопередачі зовнішнього огороження “теплого” горища, зокрема його стіни, визначається за формулою

$$R_o^{cm.г} = \frac{(t_з - t_{вен}) q^{вен} R_o^{nep} + (t_з - t_в) + (t_з - \tau_{ст.г}) \alpha_в^{cm.г} F_{ст.г} R_o^{nep}}{(\tau_{ст.г} - t_{вен}) \alpha_в^{cm.г} q^{вен} R_o^{nep}} + \quad (3)$$

$$\frac{(t_з - \tau_{ст.г}) \alpha_в^{cm.г} R_o^{nep}}{(\tau_{ст.г} - t_в) \alpha_о^{cm.г}}, \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

При цьому обов'язково повинна виконуватись умова

$$R_o^{cm.z} \leq R_o^{nok} \quad (4)$$

Опір теплопередачі прийнятої конструкції покриття цивільного будинку визначається за формулою

$$R_o^{nok} = \frac{(t_3 - t_{вен})q^{вен} R_o^{nep} + (t_3 - t_6) + (t_3 - \tau_{нок})\alpha_6^{nok} F_{cm.z} R_o^{nep}}{(\tau_{нок} - t_{вен})\alpha_6^{nok} q^{вен} R_o^{nep}} + \frac{(t_3 - \tau_{нок})\alpha_6^{nok} R_o^{nep}}{(\tau_{нок} - t_6)\alpha_o^{nok}} \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (5)$$

Після цього вираховується температура на горищі при виконанні умови невинпадання конденсату на прийнятій конструкції покриття цивільного будинку з "теплим" горищем

$$t_{нок}^к = \frac{(t_3 - \tau_{нок} R_o^{nok} \alpha_6^{nok})}{(1 - R_o^{nok} \alpha_6^{nok})}, \text{°C.} \quad (6)$$

Питомі теплонадходження тепла в об'єм горища з вентиляційним повітрям визначаються за формулою

$$q^{вен} = \frac{W_{в.к} \cdot c \cdot \gamma}{F_{гор}} = \frac{W_{в.к} \cdot c_o}{F_{гор}}, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}, \quad (7)$$

де c – теплоємність повітря у вентиляційних каналах, ккал/кг·°C;
 γ – об'ємна маса повітря у вентиляційних каналах, кг/м³;

c_o – об'ємна теплоємність повітря в системі вентиляції, ккал/кг·°C;

$F_{гор}$ – площа "теплого" горища, м²;

$W_{в.к}$ – нормовані надходження через вентиляційні канали, м³/год

$$W_{в.к} = 3600 F_{в.к} \cdot \gamma_{в.к} \cdot v_{в.к}, \text{ м}^3, \quad (8)$$

де $F_{в.к}$ – загальна площа всіх вентиляційних каналів, що виводяться на "тепле" горище;

$\gamma_{в.к}$ – щільність повітря у вентиляційних каналах, кг/м³;

$v_{в.к}$ – швидкість повітряних потоків у вентиляційних каналах, м/сек.

При цьому тепловтрати цивільного будинку через усі утеплені вентиляційні виводи "теплого" горища знаходяться за формулою

$$W_{в.в} \geq W_{в.к} = 3600 F_{в.в} \cdot \gamma_{в.в} \cdot v_{в.в}, \text{ м}^3, \quad (9)$$

де $F_{в.в}$ – загальна площа всіх утеплених вентиляційних виводів, що знаходяться на покритті “теплого” горища, м²;

$\gamma_{в.в}$ – щільність повітря в утеплених вентиляційних виводах, яка дорівнює щільності повітря “теплого” горища, кг/ м³;

$v_{в.в}$ – швидкість повітряних потоків в утеплених вентиляційних виводах, м/сек.

Допустимий опір теплопередачі покриття “теплого” горища при мінімально допустимій температурі перевіряється виходячи із умов збереження теплового балансу об’єму горища:

$$R_o^{пнок} = \frac{(t_{зоп} - t_3)R_o^{неп}R_o^{см.з}}{q^{вен}(t_{вен} - t_{зоп})R_o^{неп}R_o^{см.з} + (t_в - t_{зоп})R_o^{см.з}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (10)$$

$$\frac{1}{F_{см.з}(t_{зоп} - t_3)R_o^{неп}}$$

де t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, що приймається як середня температура найбільш холодної п’ятиденки із забезпеченістю 0,92, °C;

$t_{вен}$ – температура вентиляційного повітря, яке поступає в об’єм “теплого” горища з вентиляційних каналів, °C;

$q^{вен}$ – питоме надходження тепла в об’єм горища з вентиляційним повітрям, Вт/м² · °C;

$R_o^{см.з}$ – опір теплопередачі стіни горища, м² · °C/Вт;

$F_{см}$ - приведена площа зовнішніх огороджуючих стін горища, м²

$$F_{см} = \frac{F_{см.з}}{F_{неп}}, \text{ м}^2, \quad (11)$$

де $F_{см.з}$ – площа зовнішніх огороджуючих стін “теплого” горища, м²;

$F_{неп}$ – площа перекриття верхнього поверху, м².

Далі за допомогою вищевказаних формул із урахуванням величин обчислюється температура на внутрішній поверхні покрівельних панелей “теплого” горища

$$\tau_{пнок} = t_{зоп} - (t_{зоп} - t_3) / \alpha_{вн}^{пнок} R_o^{пнок} > \tau_{пнок}^{доп}, \text{ °C}. \quad (12)$$

Потім з урахуванням усіх одержаних величин теплотехнічних показників визначається дійсна температура повітря на горищі за формулою

$$t_{\text{зоп}} = \frac{t_3 (F_{\text{ст.з}} R_o^{\text{нок}} + R_o^{\text{см.з}}) R_o^{\text{неп}} + (q^{\text{вен}} t_{\text{вен}} R_o^{\text{неп}} + t_g) R_o^{\text{нок}} R_o^{\text{см.з}}}{(R_o^{\text{нок}} + R_o^{\text{неп}}) R_o^{\text{см.з}} + (q^{\text{вен}} R_o^{\text{см.з}} + F_{\text{ст}}) R_o^{\text{нок}} R_o^{\text{неп}}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (13)$$

Дальше перевіряються умови неவிпадання конденсату на внутрішніх поверхнях усіх зовнішніх огорожуючих конструкцій “теплого” горища цивільного будинку.

Дійсна температура внутрішньої поверхні τ_g , $^\circ\text{C}$, огорожуючих конструкцій “теплого” горища приймається на основі розрахунку їх температурних полів при обов’язковому виконанні умови

$$\tau_g > \tau_g^P.$$

Такі конструктивні рішення житлових і громадських будинків з “теплими” горищами доцільно широко використовувати як у новому цивільному будівництві, так і під час реконструкції існуючого житлового фонду в усіх без винятку температурних зонах України.

Література:

1. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с “тёплым” чердаком для многоэтажных жилых зданий/ЦНИИЭП жилища Госгражданстроя. - М.: Стройиздат, 1986. - 24 с.
2. Пат. 6518 А Україна, Е 04 В 7/02. Покрівельна панель/М.Г.Терентюк// Бюл.-1994.- № 8-1.
3. Пат. 6713 А Україна, Е 04 В 7/00, 7/14. Безрулонний дах будівлі/М.Г.Терентюк, О.Н.Могилат// Бюл.-1994.- № 8-1.