

УДК 697.112.3:620.179.11

Борис Михайлович ХРУСТАЛЕВ,
академик,
доктор технических наук,
профессор,
ректор Белорусского национального
технического университета

Валерий Дмитриевич АКЕЛЬЕВ,
кандидат технических наук,
докторант Белорусского национального
технического университета

Валерий Дмитриевич СИЗОВ,
кандидат технических наук,
доцент Белорусского национального
технического университета

К ВОПРОСУ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПРИКВАРТИРНЫХ ОСТЕКЛЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

TO THE QUESTION OF TEMPERATURE CONDITIONS IN APARTMENT GLAZED SPACES

В статье представлена методика инженерных расчетов температуры воздуха в приквартирных остекленных пространствах. Аналитическими и графическими методами рассчитана температура в приквартирном пространстве. Представленную методику рекомендуется использовать при расчете снижения величины теплопотерь здания.

This article presents the procedure of engineering calculations of air temperature in the glazed spaces attached to the apartment. The air temperature in the attached glazed spaces has been calculated by analytical and graphical methods. The presented procedure is recommended to be used at calculation of decrease in the heat loss of a building.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, температура воздуха в остекленных лоджиях и балконах во многом зависит от термодинамических характеристик наружного и внутреннего воздуха, теплофизических параметров ограждающих конструкций, коэффициентов теплоотдачи у их поверхностей. Кроме того, температура влияет на исходные параметры, по которым рассчитываются теплопотери помещений и оценивается их микроклимат для обеспечения комфортных условий.

Согласно нормативным документам, остекленная лоджия, балкон — это приквартирные пространства, то есть открытые и остекленные пространства, расположенные вне типового объема здания, связанные с квартирой дверным проемом и предназначенные для осуществления определенных бытовых процессов и взаимосвязи жилища с внешней средой [1].

До сих пор в технических нормативных правовых актах (ТНПА) по теплотехническим расчетам внешних ограждающих конструкций зданий [2–8] отсутствуют методики и принципы расчета не только относительной влажности, влагосодержания, но и температуры воздуха в приквартирных остекленных пространствах. При этом экспериментально-натурные обследования отапливаемых жилых, общественных и промышленных зданий показывают, что их тепло-аэродинамический режим, конденсатообразование в наружных и смежных с ними ограждениях, теплопотери функционально связаны с термодинамическими и аэродинамическими характеристиками воздуха в остекленных пространствах.

В настоящей статье рассматривается методика инженерных расчетов температуры воздуха в приквартир-

ных остекленных пространствах в отсутствие фильтрационных и радиационных потоков.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПРИКВАРТИРНЫХ ОСТЕКЛЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Прогнозируемый тепловой режим в помещениях обеспечивается при известных тепло- и массопотоках, то есть при разработке инженерной методики расчета хотя бы температуры в лоджиях, ее увеличения и падения. Методика может быть использована в практике проектирования светопрозрачных конструкций (приквартирных пространств) с целью учета снижения величины теплопотерь помещений.

Расчет температуры воздуха в приквартирных пространствах без учета фильтрационных потоков может выполняться в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, когда температура воздуха принимается равной

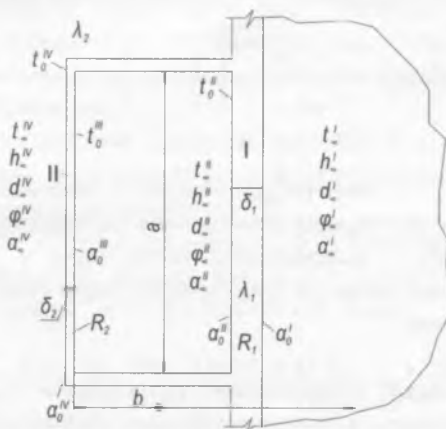


Рис. 1. Схема приквартирного и отапливаемого помещений

средней арифметической из значений температур поверхностей, ограничивающих приквартирное пространство. Коэффициенты теплоотдачи у поверхностей определяются расчетным путем для случая теплообмена в неограниченном пространстве при естественной и смешанной конвекции с использованием критериальных уравнений.

Если известны температура воздуха в помещении и высота наружной стены, можно рассчитать α_0^I — коэффициент теплоотдачи (лучистый и конвективный) у внутренней поверхности. Согласно [2], коэффициент теплоотдачи у внутренней поверхности $\alpha_0^I = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, у наружной — $\alpha_0^{IV} \approx 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Среднее арифметическое термическое сопротивление теплопроводности стены I (см. рис. 1) определяли по формуле

$$\bar{R}_1 = \frac{R_1 \cdot F_1 + R_1^{ok} \cdot F_1^{ok}}{F_1 + F_1^{ok}}, \quad (1)$$

где F_1, F_1^{ok} — площадь поверхности стены I без оконного проема и с оконным проемом соответственно, м^2 ,

R_1, R_1^{ok} — эквивалентное термическое сопротивление теплопроводности стены I и оконного проема соответственно, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Среднее термическое сопротивление теплопроводности стены II определяли по формуле

$$\bar{R}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \quad (2)$$

где R_i — термическое сопротивление теплопроводности i -го слоя остекленных и неостекленных участков стены II:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i};$$

δ_i — толщина i -го участка стены II, м (см. рис. 1);
 λ_i — коэффициент теплопроводности i -го участка стены II, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

F_i — площадь i -х участков.

Средняя температура внешней поверхности стены I, разделяющей отапливаемое и приквартирное помещения, равна:

$$t_0^I = t_0^{IV} - \frac{t_0^I - t_0^{IV}}{\frac{1}{\alpha_0^I} + R_1 + \frac{1}{\alpha_0^{IV}}} \left(\frac{1}{\alpha_0^I} + R_1 \right),$$

где t_0^I, t_0^{IV} — температура воздуха в отапливаемом и приквартирном помещениях соответственно;
 $\alpha_0^I, \alpha_0^{IV}$ — коэффициент теплоотдачи у более и менее нагретой поверхности стены I соответственно.

Конвективный коэффициент теплоотдачи α_0^{II} может рассчитываться из критериальных уравнений, например:

$$\text{Nu}_\infty^{II} = 0,7(\text{Gr}_\infty^{II})^{0,25}, \quad (3)$$

$$\text{где } \text{Nu}_\infty^{II} = \frac{\alpha_0^{II} \cdot h_1}{\lambda_\infty^{II}} \text{ — число Нуссельта;} \quad (4)$$

$$\text{Gr}_\infty^{II} = \frac{\beta_0^{II} \cdot g h_1^3 \cdot (t_0^I - t_0^{IV})}{(\nu_\infty^{II})^2} \text{ — число Грасгофа,} \quad (5)$$

здесь h_1 — высота стены I, м (см. рис. 1);
 $\lambda_\infty^{II}, \beta_0^{II}, \nu_\infty^{II}$ — соответственно коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; термического расширения, $1/\text{К}$; кинематической вязкости воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$, в приквартирном пространстве;
 g — ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Средние коэффициенты теплопроводности, кинематической вязкости термического расширения воздуха, согласно [4], при температурах минус 25°C и 0°C соответственно равны: $2,34 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $12,54 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ и $0,0039 \text{ л}/\text{К}$.

После подстановки численных значений теплофизических характеристик воздуха в формулы (4) и (5) получим:

$$\text{Nu}_\infty^{II} = \frac{\alpha_0^{II} \cdot h_1}{2,34 \cdot 10^{-2}}, \quad (6)$$

$$\text{Gr}_\infty^{II} = 2,43 \cdot 10^8 \cdot h_1^3 \cdot (t_0^I - t_0^{IV})^{0,25}. \quad (7)$$

Тогда из (3), (6) и (7) имеем:

$$\frac{\alpha_0^{II} \cdot h_1}{2,34 \cdot 10^{-2}} = 0,7 \cdot [2,43 \cdot 10^8 \cdot h_1^3 \cdot (t_0^I - t_0^{IV})]^{0,25}. \quad (8)$$

Из приведенных формул коэффициент теплоотдачи у поверхности ограждения, разделяющего приквартирные и отапливаемые помещения, равен:

$$\alpha_0^{II} = 2,05 h_1^{-0,25} \cdot (t_0^I - t_0^{IV})^{0,25}. \quad (9)$$

Принимая, что температура t_0^{IV} равна среднеарифметической из t_0^I и t_0^{III} , коэффициент α_0^{II} можно представить в виде:

$$\alpha_0^{II} = 2,05 h_1^{-0,25} \cdot \left(\frac{t_0^I - t_0^{III}}{2} \right)^{0,25}. \quad (10)$$

Коэффициент теплоотдачи у внутренней остекленной поверхности α_0^{III} можно получить, используя аналогичный методический прием:

$$\alpha_0^{III} = 2,05 h_2^{-0,25} \cdot \left(\frac{t_0^{II} - t_0^{III}}{2} \right)^{0,25}, \quad (11)$$

или

$$\alpha_0^{III} = 2,05 h_2^{-0,25} \cdot (t_0^{II})^{0,25}, \quad (12)$$

где h_2 — средняя высота стены II, м.

Поток теплоты лучеиспусканием между поверхностями стен I и II равен:

$$Q_{1,II} = c_0 \cdot \bar{\epsilon}_{rp} \cdot F_p \cdot \left[\left(\frac{\bar{T}_0^I}{100} \right)^4 - \left(\frac{\bar{T}_0^{III}}{100} \right)^4 \right], \quad (13)$$

где T_0^{II} — средняя температура наружной поверхности стены I, К;
 T_0^{III} — средняя температура внутренней поверхности остекленных ограждений, К;
 F_p — расчетная площадь (принимается меньшая поверхность), м²;
 $c_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ — коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела;
 $\bar{\epsilon}_{\text{пр}}$ — средняя приведенная степень черноты поверхностей стен I и II:

$$\bar{\epsilon}_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{F_2}{F_1} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)}, \quad (14)$$

здесь ϵ_1 и ϵ_2 — степень черноты поверхностей стен I и II соответственно.

При этом коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием между остекленными и неостекленными поверхностями равен:

$$\alpha_{\text{н,л,III}} = \frac{c_0 \cdot \bar{\epsilon}_{\text{пр}} \cdot F_p \cdot \left[\left(\frac{t_0^{\text{II}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_0^{\text{III}} + 273}{100} \right)^4 \right]}{t_0^{\text{II}} - t_0^{\text{III}}}, \quad (15)$$

Расчеты температур в остекленных приквартирных пространствах можно упростить при наличии корреляционной связи между выражениями (10), (12) и (15) в диапазоне температур минус 25 °С и 0 °С. Когда ϵ_1 и ϵ_2 равны 0,85–0,90, а $F_1 \approx F_2$, тогда

$$\bar{\epsilon}_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} + \frac{1}{0,85} - 1} = 0,78.$$

Общий коэффициент теплоотдачи равен $\bar{\alpha}_k + \bar{\alpha}_n$.

В качестве примера рассчитаем температуру воздуха в остекленном помещении приквартирного пространства без учета фильтрационных и радиационных потоков, если известны следующие данные:

— среднее термическое сопротивление теплопроводности сплошной стены и оконного проема (см. рис. 1) $\bar{R}_1 = 1,84 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

— среднее термическое сопротивление теплопроводности стены, разделяющей наружный воздух и остекленное помещение $\bar{R}_2 = 0,28 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

— температура воздуха в отапливаемом помещении $t_{\text{в}}^{\text{I}} = 18 \text{ °С}$;

— средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для г. Минска $t_{\text{в}}^{\text{IV}} = -24 \text{ °С}$;

— коэффициенты теплоотдачи у внутренней поверхности стены I $\alpha_0^{\text{I}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, у внешней поверхности остекления $\alpha_0^{\text{IV}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Коэффициенты теплоотдачи у внешней поверхности стены I α_0^{II} и у внутренней α_0^{III} равны:

$$\alpha_0^{\text{II}} = \alpha_0^{\text{III}} = \frac{\alpha_0^{\text{I}} + \alpha_0^{\text{IV}}}{2} = \frac{8,7 + 23}{2} = 15,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

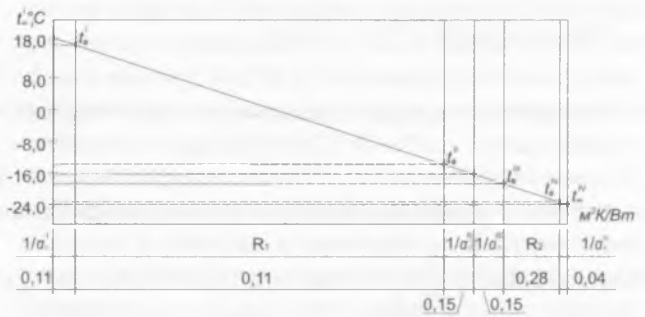


Рис. 2. Расчет температуры воздуха в приквартирном пространстве графическим методом

Тогда среднее значение сопротивления теплопередаче приквартирного пространства и температуры поверхностей t_0^{II} и t_0^{III} равны:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_0^{\text{II}}} + \bar{R}_1 + \frac{1}{\alpha_0^{\text{III}}} + \frac{1}{\alpha_0^{\text{IV}}} = \frac{1}{8,7} + 1,84 + \frac{1}{15,85} + \frac{1}{23} = 2,404 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$t_0^{\text{II}} = t_{\text{в}}^{\text{I}} - \frac{t_{\text{в}}^{\text{I}} - t_{\text{в}}^{\text{IV}}}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_0^{\text{II}}} + \bar{R}_1 \right) = 18 - \frac{18 + 24}{2,404} \left(\frac{1}{8,7} + 1,84 \right) = -16,15 \text{ °С},$$

$$t_0^{\text{III}} = t_{\text{в}}^{\text{I}} - \frac{t_{\text{в}}^{\text{I}} - t_{\text{в}}^{\text{IV}}}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_0^{\text{II}}} + \bar{R}_1 + \frac{1}{\alpha_0^{\text{III}}} \right) = 18 - \frac{18 + 24}{2,404} \left(\frac{1}{8,7} + 1,84 + \frac{1}{15,85} \right) = -18,35 \text{ °С},$$

$$t_{\text{в}}^{\text{II}} = 18 - 17,47 \cdot 2,404 = -23,998 \text{ °С}.$$

Температура воздуха в остекленном пространстве равна:

$$t_{\text{в}}^{\text{II}} = \frac{t_0^{\text{II}} + t_0^{\text{III}}}{2} = \frac{-16,15 - 18,35}{2} = -17,25 \text{ °С}.$$

В графическом методе (рис. 2) для расчета этих же температур фиксируются точки по оси ординат, соответствующие значениям температур наружного воздуха и воздуха в отапливаемых помещениях; а по оси абсцисс — термические сопротивления теплоотдаче у внутренней поверхности отапливаемого помещения $1/\alpha_0^{\text{II}}$; среднее термическое сопротивление теплопроводности; термическое сопротивление теплоотдаче у поверхности стены отапливаемого помещения $1/\alpha_0^{\text{III}}$; среднее термическое сопротивление теплопроводности стены II; термическое сопротивление теплоотдаче $1/\alpha_0^{\text{IV}}$. Соединяя $t_{\text{в}}^{\text{I}}$ и $t_{\text{в}}^{\text{IV}}$ прямой в точках пересечения горизонтальной и вертикальной линий, получим значения t_0^{II} и t_0^{III} (см. рис. 2).

Соответствие принятых значений α_0^{II} и α_0^{III} действительным, если высота остекленной лоджии равна 2,5 м, проверяем по выражению (3).

При температуре минус 17,5 °С теплофизические характеристики воздуха равны: $\lambda = 2,304 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $\nu = 12,68 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\beta = 0,0039 \text{ 1}/\text{К}$. Тогда:

$$Gr_{\text{л}}^{\text{II}} = \frac{\beta g h^3 \cdot (t_0^{\text{II}} - t_0^{\text{III}})}{(\nu_{\infty})^2} = \frac{0,0039 \cdot 9,81 \cdot 2,5^3 \cdot (-17,25 + 17,25)}{(12,68 \cdot 10^{-6})^2} = 4,09 \cdot 10^9,$$

$$Nu_{\infty}^{II} = 0,7 \cdot (4,09 \cdot 10^9)^{0,25} = 177,02.$$

Так как $Nu_{\infty} = \alpha_0 \cdot h_2 / \lambda_{\infty}$, следовательно $\alpha_0^{II} = Nu_{\infty}^{II} \cdot \lambda / h^2 = 1,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Расчеты с использованием критериального уравнения

$$Nu_m = 0,75 Ra_m^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_0} \right)^{0,25} \quad (\text{при } Pr_m = 0,721 \text{ и } Pr_0 = 0,722)$$

показали, что

$$Nu_m = 0,75 \cdot (4,09 \cdot 10^9 \cdot 0,72)^{0,25} = 174,71; \quad \alpha_0 = 1,63 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

а с использованием выражения:

$$Nu_m = 1,35 \alpha_0^{0,33} \quad (\text{при } 10^{13} > Ra > 2 \cdot 10^7),$$

$$t_m = \frac{t_0^{II} + t_0^{III}}{2} = \frac{(-17,25) + (-16,15)}{2} = -16,7 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\text{где } \lambda_m = 2,31 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

$$v_m = 12,66 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$Pr_m = 0,72;$$

$$\beta = 0,0039 \text{ 1}/\text{К};$$

$$Cr = 4,08 \cdot 10^9;$$

$$Nu_m = 179,8.$$

Среднее значение коэффициента теплоотдачи равно:

$$\bar{\alpha}_x = \frac{Nu \cdot \lambda}{h} = 1,66 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Лучистая составляющая коэффициента теплоотдачи находится по выражению (15) при $\epsilon_{np} = 0,78$:

$$\bar{\alpha}_{л,II,III} = \frac{5,67 \cdot 0,78 \cdot \left[\left(\frac{-16,15 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{-18,35 + 273}{100} \right)^4 \right]}{-16,15 + 18,35} = 2,98 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Суммарный коэффициент теплоотдачи равен:

$$\alpha_0^I = 1,66 + 2,98 = 4,64 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

В соответствии с рассчитанными значениями коэффициентов теплоотдачи выполняется перерасчет температуры в остекленном пространстве:

$$\alpha_0^{II} = \alpha_0^{III} = \frac{8,7 + 4,64}{2} = 6,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$\bar{R}_0 = \frac{1}{8,7} + 1,84 + \frac{1}{6,67} + \frac{1}{6,67} + 0,28 + \frac{1}{23} = 2,578 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$t_0^{II} = 18 - \frac{18 - 24}{2,578} \cdot \left(\frac{1}{8,7} + 1,84 \right) = -13,86 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_0^{III} = 18 - 16,19 \cdot (0,115 + 1,84 + 0,3) = -18,73 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_m^{II} = \frac{t_0^{II} + t_0^{III}}{2} = \frac{(-13,86) + (-18,73)}{2} = -16,29 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Расчет коэффициентов теплоотдачи у внутренних поверхностей приквартирных пространств показывает,

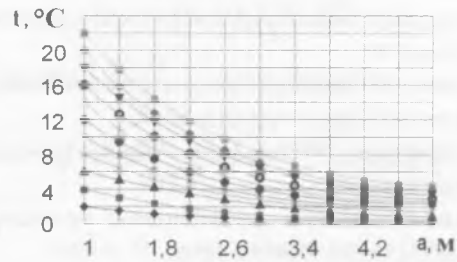


Рис. 3. Увеличение температуры в приквартирном и жилом помещениях в зависимости от плотности радиационных потоков и расстояния от внутренней поверхности остекления

что при средней температуре минус $17,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ коэффициенты теплоотдачи у тех же поверхностей равны $6,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и соответствуют этим же температурам.

При наличии радиационных потоков в приквартирных и смежных с ними помещениях решение такой задачи в любых вариациях (инженерные или аналитические) зависит от ряда факторов, к которым следует отнести мощность радиационных потоков в зависимости от географической широты, ориентации объекта, термодинамических характеристик внешнего остекления контура, его массы, отражательных и поглощательных параметров, геометрических размеров остекленных лоджий и балконов, наличия в них элементов, на которые воздействуют радиационные потоки.

Количество теплоты, поступающей от солнечной радиации в приквартирное пространство, а следовательно, и в помещение квартиры (прямые и рассеянные радиационные потоки, фильтрация, конвекция) через вертикальные остекленные поверхности определяется по формуле

$$Q = q \cdot F, \quad (16)$$

где q — суммарный поток прямой и рассеянной солнечной радиации, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

F — площадь остекленной поверхности, м^2 .

Фактические радиационные потоки отличаются от расчетных и зависят от отражательной, поглощательной и пропускательной характеристик остекленной вертикальной конструкции лоджии, ее массивности, теплофизических характеристик. Прошедшие радиационные потоки сквозь остекление вступают в теплообмен с ограждающими конструкциями лоджии и телами, расположенными в ней. Часть тепловых потоков идет на нагревание помещения лоджии и воздуха в сопряженном жилом помещении. Экспериментальные и расчетные исследования показали, что лишь десятая часть тепловых потоков нагревает воздух. Уравнение теплового баланса для воздуха приквартирных пространств имеет вид:

$$Q = c_p \cdot V \rho \cdot (t_1 - t_2) = c_p \cdot V \rho \nu, \quad (17)$$

где c_p — массовая изобарная теплоемкость воздуха, $c_p \sim 1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

$\nu = (t_1 - t_2)$ — приращение температуры воздуха при нагревании его от начальной температуры t_1 до конечной t_2 за счет солнечной радиации, $^\circ\text{C}$;

V — объем приквартирного пространства, м^3 :

$$V = abh, \quad (18)$$

здесь a, b, h — соответственно ширина, глубина, высота приквартирных пространств, м.

Так как $F = bh$, то из формул (17) и (18) следует, что избыточная температура воздуха в помещениях лоджии и сопряженных жилых помещениях может быть рассчитана следующим образом:

$$v = \frac{Q}{c_p \cdot V \rho} = \frac{qF}{c_p \cdot V \rho} = \frac{qbh}{c_p \cdot \rho abh} = \frac{q}{c_p \cdot \rho a}. \quad (19)$$

Избыточная температура воздуха в зависимости от плотности радиационных потоков и расстояния от внутренней поверхности остекления, рассчитанная по выражению (19), представлена на графике рис. 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных аналитических исследований предполагают следующий алгоритм инженерной методики определения температуры воздуха в остекленных приквартирных пространствах.

1. В соответствии с месторасположением проектируемого (реконструируемого) объекта представляются теплофизические характеристики наружного воздуха (температура, относительная влажность, влагосодержание, плотность и т. д.), геометрические характеристики приквартирного пространства, наличие в них тел и их теплофизических данных, теплофизические и радиационные характеристики ограждающих конструкций, мощность радиационных поступлений.
2. Выполняются аналитические, графические расчеты температуры воздуха приквартирного пространства при отсутствии фильтрационных потоков по рекомендуемой методике стационарного теплового режима [6, 7]. Если температура наружного или внутреннего воздуха при поверочном расчете и принятых значениях коэффициентов теплоотдачи отличается более чем на 1 %–2 % от значений по условию, пересчитывают температуру воздуха и коэффициенты теплоотдачи до значений 1 %–2 %.
3. Расчет по предложенной в статье методике показал, что приращение температуры воздуха в остекленных лоджиях и балконах в зависимости от ориентации, радиационных и термодинамических характеристик остекленных поверхностей, времени суток, года может достигать 22 °С. Избыточная температура воздуха (приращение) приквартирного пространства, смежных жилых помещений обратно пропорциональна расстоянию между остекленной поверхностью лоджии, балкона и плоскостью, для которой выполняется расчет температурного поля.
4. Температура воздуха в остекленных лоджиях и смежных жилых помещениях находится как сумма начальной температуры в лоджии и приращений (избыточных температур) в результате теплопередачи (воздух в жилых помещениях — лоджия — наружный воздух) от воздействия солнечной радиации.
5. Данную методику необходимо использовать при разработке пособия к ТКП при расчете величины снижения теплопотерь здания.
6. Методика инженерного расчета температуры в остекленных лоджиях использовалась при выполнении госбюджетной тематики, выполнении хозяйственных работ с ЖРЭО, при обследовании зданий, в проектных и эксплуатирующих организациях (Минскпроект, Белгоспроект), при подготовке материалов к пособиям к СНБ и ТКП, в учебном процессе, при обучении специалистов (студентов) специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аладов, В. Н. Архитектурные решения фасадов с использованием открытых и остекленных приквартирных пространств и эркеров. Рекомендации по проектированию / В. Н. Аладов, И. П. Реутская, Т. А. Рак, А. И. Белоусов. — Минск: Технопринт, 2004. — 60 с.
2. Строительная теплотехника: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250).
3. Строительная теплотехника: СНБ 2.04.01-97. — 34 с.
4. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций зданий: Пособие 2.04.01-96 к СНБ 2.04.01-93. — Минстройархитектуры, 1996.
5. Хрусталева, Б. М. Техническая термодинамика. Ч. 1 / Б. М. Хрусталева [и др.]. — Минск: Технопринт, 2004. — 487 с.
6. Хрусталева, Б. М. Техническая термодинамика. Ч. 2 / Б. М. Хрусталева [и др.]. — Минск: Технопринт, 2004. — 560 с.
7. Хрусталева, Б. М. Тепло- и массообмен. Ч. 2: учебное пособие / Б. М. Хрусталева [и др.]. — Минск, 2007. — 606 с.
8. Хрусталева, Б. М. Тепло- и массообмен. Ч. 2: учебное пособие / Б. М. Хрусталева [и др.]. — Минск, 2009. — 274 с.

Статья поступила в редакцию 27.01.2011.