

во окон (и балконных дверей) и других наружных ограждений, $\text{кДж}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ или $\text{кВт}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$; определяют по данным гл. 6.

Пример 8.3. Определить теплозатраты на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окно с раздельными переплетами площадью $3,5 \text{ м}^2$ и оштукатуренную кирпичную стену площадью 6 м^2 , расположенные на нижнем и верхнем этажах жилого здания высотой 30 м при $t_n = 18^\circ \text{C}$, $t_w = -25^\circ \text{C}$, если количество воздуха, поступающего на нижнем этаже: через окно— $10,6$; через стену— $0,33$; на верхнем этаже: через окно— $6,4$; через стену— $0,15 \text{ кг}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$.

Теплозатраты на нагревание инфильтрующегося воздуха по формуле (8.9) равны:

в нижнем этаже

$$Q_{\text{н.н}} = (0,8 \cdot 10,6 \cdot 3,5 + 0,7 \cdot 0,33 \cdot 6,0) 1005 \times \times [18 - (-25)] : 3600 = 373 \text{ Вт (321 ккал/ч)};$$

в верхнем этаже

$$Q_{\text{н.в}} = (0,8 \cdot 6,4 \cdot 3,5 + 0,7 \cdot 0,15 \cdot 6,0) 1005 \times \times 43 : 3600 = 223 \text{ Вт (191 ккал/ч)}.$$

Видно, что поступление наружного воздуха в помещения зданий, в основном, происходит через окна; инфильтрацией воздуха через оштукатуренные кирпичные и крупнопанельные стены практически можно пренебречь. Теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха можно рассчитывать только для помещений на нижнем и верхнем этажах, а для помещений на промежуточных этажах определять путем интерполяции в зависимости от расположения верха окон.

Для помещений производственных зданий, если не делать специальных расчетов, теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха допускается принимать равными 30% основных теплопотерь через ограждения (но не менее, чем это требуется для нагревания воздуха, поступающего вследствие дебаланса объемов воздуха приточно-вытяжной механической вентиляции).

Для жилых комнат и кухонь площадью A_n , м^2 , в жилых зданиях теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха, поступающего вследствие естественной вытяжки, не компенсируемой подогретым приточным воздухом, дополнительно определяют по формуле

$$Q_n = L_n \rho_n c (t_n - t_w) A_n, \quad (8.10)$$

где $L_n = 3 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ — нормативный воздухообмен, отнесенный к 1 м^2 пола комнат, который должен быть

обеспечен при расчетной температуре наружного воздуха t_w . После расчетов принимают большее из значений, полученных по формулам (8.9) и (8.10).

Пример 8.4. Определить теплозатраты на нагревание воздуха, инфильтрующегося в жилую комнату площадью 7 м^2 в объеме нормативного воздухообмена, установленного для жилых зданий, при $t_w = -25^\circ \text{C}$.

По формуле (8.10) найдем

$$Q_n = 3 \cdot 1,2 \cdot 1005 [18 - (-25)] \cdot 7 : 3600 = = 303 \text{ Вт (260 ккал/ч)}$$

При сравнении этой величины с результатами расчетов в примере 8.3 получим, что для комнат, находящихся в нижней половине рассматриваемого жилого здания, следует принять переменные значения (371 Вт и ниже) теплопотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха, вычисленные по формуле (8.9). Для комнат, находящихся в верхней половине здания, теплопотери, найденные по формуле (8.10), превышают теплопотери, определенные по формуле (8.9). Следовательно, для этих комнат теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха необходимо считать постоянными и равными 303 Вт.

Для входных дверей и ворот с воздушнотепловыми завесами (действующими в рабочее время) количество воздуха, инфильтрующегося в нерабочее время через щели по их периметру, $G_{\text{щ}}$, $\text{кг}/\text{с}$, практически можно определить по формуле

$$\left. \begin{aligned} G_{\text{щ}} &= A_{\text{щ}} (2\rho_n \Delta p / \Sigma \zeta)^{0,5}; \\ [G_{\text{щ}} &= A_{\text{щ}} (2g\gamma_n \Delta p / \Sigma \zeta)^{0,5}], \end{aligned} \right\} \quad (8.11)$$

где $A_{\text{щ}} = bl$ — площадь щелей шириной b , м, и общей длиной l , м, ρ_n — плотность наружного воздуха (γ_n — объемная масса), $\text{кг}/\text{м}^3$, Δp — разность давления воздуха снаружи и внутри помещения, Па ($\text{кгс}/\text{м}^2$) (см гл. 6); $\Sigma \zeta$ — сумма коэффициентов местного сопротивления щелей (вход и выход воздуха из щелей окруленно можно оценить $\Sigma \zeta = 2,0$; ширину щелей — в дверях 2 мм, в воротах 5 мм).

Теплопотери на нагревание этого количества воздуха рассчитывают по формуле, аналогичной формуле (8.9).

Пример 8.5. Определить количество наружного воздуха, поступающего в здание ($t_n = -25^\circ \text{C}$) через закрытые входные двойные качающиеся двустворчатые двери размером $1,6 \times 2,5 \text{ м}$ с тамбуром между ними, если разность давления воздуха $\Delta p = 53 \text{ Па}$, а ширина щелей 2 мм (между створками — щель двойной ширины)

По формуле (8.11) определяем

$$G_m = 0,002 \cdot 13,2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,42 \cdot 53 \cdot 4,0} = 0,16 \text{ кг/с.}$$

Для нагревания такого количества воздуха до -16°C потребуется отопительная установка тепловой мощностью $0,8 \cdot 0,16 \cdot 1005(16 + 25) = 5274 \text{ Вт}$ (4535 ккал/ч).

На основании примера 8.5 можно сделать вывод, что для экономии тепловой энергии входные двери в лестничные клетки многоэтажных зданий следует делать уплотненными (с притворами «я четверть»). Тогда дополнительные теплопотери на нагревание поступающего воздуха через двери можно вычислять как указано в п. 8.2.1.

Для ворот без тамбуров, шишуров или воздушных завес, открываемых в течение смены в общей сложности не более чем на 15 мин, теплопотери на нагревание поступающего наружного воздуха допустимо учитывать путем введения коэффициента $\beta = 3,0$ к основным теплопотерям через ворота [см. формулу (8.4)].

Для окон лестничных клеток многоэтажных зданий теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха определяют с учетом различной разности давлений воздуха на уровне расположения верха окон по высоте здания.

Пример 8.6. Определить теплопотери на нагревание инфильтрующегося воздуха через окна лестничной клетки трехэтажного жилого здания по условиям примера 8.2, считая, что в окнах уплотнен один притвор из двух, верх каждого окна находится на уровне верха междупэтажного перекрытия (см. рис. 8.2), при $v_{\text{мн}} = 4,4 \text{ м/с}$ и $p_{\text{мн}} = 0,5(\Delta p_{\text{г, макс}} + \Delta p_{\text{в}}) = 19,6 \text{ Па}$.

Теплопотери рассчитаны по формуле (8.9) без учета инфильтрации воздуха через стены. Результаты расчета сведены в табл. 8.2.

8.2.3. Теплопотери на нагревание материалов

Теплопотери на нагревание поступившей в помещение партии материалов, изделий, одежды, транспортных средств массой G_m , кг, в течение заданного интервала времени определяют по формуле

$$Q_{\text{мат}} = G_m c (t_n - t_m) B, \quad (8.13)$$

где c — удельная массовая теплоемкость материала, Дж/(кг·К) [ккал/(кг·°C)]; среди распространенных материалов теплоемкость меди 420 (0,10), стали и чугуна 480 (0,115), большинства строительных материалов 840–880 (0,20–0,21), верхней шерстяной одежды 1590 (0,38), изделий из дерева 2300 (0,55), воды 4187 Дж/(кг·К) [1,0 ккал/(кг·°C)]; t_n — температура поступившего материала, °C; B — поправочный коэффициент, выражающий среднее уменьшение полной разности температуры ($t_n - t_m$) во всем объеме материала за интервал времени с начала нагревания в помещении (табл. 8.3).

ТАБЛИЦА 8.3
ПОПРАВочный коэффициент B [К ФОРМУЛЕ (8.13)]

Продолжительность нахождения в помещении материала, изделий, одежды и транспортных средств	Значения коэффициента B		
	для поступающих материалов и транспорта	для сумчатых материалов	для одежды
Для первого часа	0,5	0,4	0,35
» второго »	0,3	0,25	0,2
» третьего »	0,2	0,15	0,12

ТАБЛИЦА 8.2
РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА, ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ ЧЕРЕЗ ОКНА ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Размеры окна $b_n \times h_n$, м	Расстояние от поверхности земли h_z , м	Разность $H \cdot h_n$, м	Разность давлений, Па				Количество воздуха G_a , кг/(ч × м²)	Теплопотери $Q_{\text{окн}}$, Вт
			гравитационного Δp_g	ветрового Δp_v	общая $\Delta p_{\text{общ}}$	расчетная $\Delta p_{\text{расч}}$		
1,2 × 1,0	4	9	18,5	12,4	30,9	11,3	3,8	68
1,2 × 1,0	7	6	12,4	12,4	24,8	9,2	2,3	41
1,2 × 1,0	10	3	6,2	12,4	18,6	— 1,0	—	—

169

(14 ккал/ч)

Теплопотери на нагревание приточного вентилируемого воздуха $Q_{\text{вент}}$, подаваемого в помещение в количестве $G_{\text{пр}}$, кг/с (кг/ч), рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{вент}} = G_{\text{пр}} c (t_n - t_{\text{пр}}); \quad (8.12)$$

где $t_{\text{пр}}$ — температура приточного воздуха, °C.

Температуру материала, поступающего из одного помещения в другое, принимают по данным технологического проекта. Температуру изделий и материала, поступающих снаружи, принимают: для металла — равной расчетной температуре наружного воздуха t_n для проектирования отопления; для других несущих