

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

Б.С. Матозимов к.т.н., доц., КГУСТА, Бишкек, Кыргызстан, berdikul.matozimov@mail.ru

Ж.Ы.Маматов, к.ф-м.н., и.о.проф., КГУСТА, Бишкек, Кыргызстан,

Б.С.Ордобаев к.т.н., и.о. проф., КРСУ, Бишкек, Кыргызстан,

Ж.Ш.Кожобаев, к.т.н., и.о.проф., КГУСТА, Бишкек, Кыргызстан,

О.К.Петренкомагистр каф. ПВЗСС, КГУСТА, Бишкек, Кыргызстан.

Бул макалада сырткы тосмолордон отуучу жылуулуку изилденген.

В этой статье исследуется теплопередача через наружные ограждения.

Heat issue is researched In this article through medicine to be taken externally of the fence.

Ограждающие конструкции здания, как правило, является *плоско-параллельными стенками*, теплоперенос в которых осуществляется в одном направлении. Кроме того, обычно при теплотехнических расчетах наружных ограждающих конструкций принимается, что теплопередача происходит при *стационарных тепловых условиях*, то есть при постоянстве во времени всех характеристик процесса: теплового потока, температуры в каждой точке, теплофизических характеристик строительных материалов. Поэтому важно рассмотреть *процесс одномерной стационарной теплопроводности в однородном материале*, который описывается уравнением Фурье:

$$q_T = -\lambda \frac{dt}{dx}, (1)$$

где q_T - *поверхностная плотность теплового потока*, проходящего через плоскость, перпендикулярную *тепловому потоку*, Вт/м²; λ - *теплопроводность материала*, Вт/м °С; t - температура, изменяющаяся вдоль оси x , оС;

Отношение $\frac{dt}{dx}$, носит название *градиента температуры*, °С/м, и обозначается

gradt.

Теплопроводность λ является одной из основных тепловых характеристик материала. Как следует из уравнения (1) теплопроводность материала - это мера проводимости теплоты материалом, численно равная тепловому потоку, проходящему сквозь 1 м² площади, перпендикулярной направлению потока, при градиенте температуры вдоль потока, равном 1 °С/м (рис.1). Чем больше значение λ , тем интенсивнее в таком материале процесс теплопроводности, больше тепловой поток. Поэтому

теплоизоляционными материалами принято считать материалы с теплопроводностью менее 0,3 Вт/м °С.

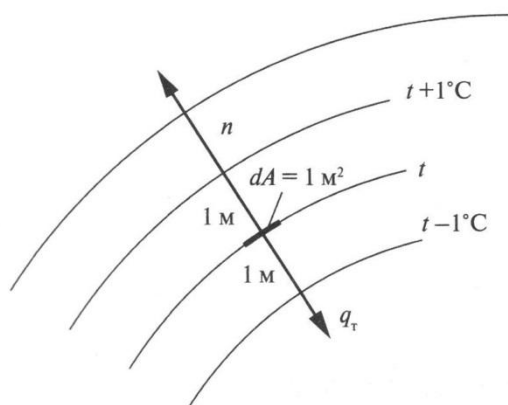


Рис.1 Направления теплового потока и градиента температуры. _____ - изотермы; - - - - - линии тока теплоты.

Теплопроводность материала увеличивается с повышением температуры, при которой происходит передача теплоты. Увеличение теплопроводности материалов объясняется возрастанием кинетической энергии молекул скелета вещества. Увеличивается также и теплопроводность воздуха в порах материала, и интенсивность передачи в них теплоты излучением. В строительной практике зависимость теплопроводности от температуры большого значения не имеет. Для пересчета значений теплопроводности материалов, полученных при температуре до 100°С, на значения их при 0°С служит эмпирическая формула О.Е. Власова: $\lambda_0 = \lambda_t / (1 + v \cdot t)$, (2)

где λ_0 - теплопроводность материала при 0 °С; λ_t - теплопроводность материала при t°С; v - температурный коэффициент изменения теплопроводности, 1/°С, для различных материалов, равный около 0,0025 1/°С; t - температура материала, при которой его коэффициент теплопроводности равен λ_t .

Для плоской однородной стенки толщиной δ (рис.2) тепловой поток, передаваемый теплопроводностью через однородную стенку, может быть выражен уравнением:

$$q_T = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\frac{\delta}{\lambda}}, \quad (3)$$

где τ_1, τ_2 - значения температуры на поверхностях стенки, °С.

Из выражения (3) следует, что распределение температуры по толщине стенки линейное. Величина δ/λ названа *термическим сопротивлением материального слоя* и

обозначена R_T , м²·°С/Вт: $R_T = \frac{\delta}{\lambda}$, (4)

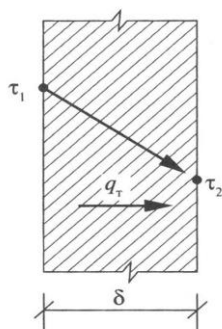


Рис.2. Распределение температуры в плоской однородной стенке

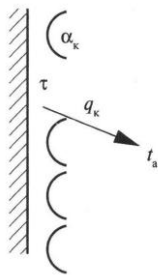
Следовательно, тепловой поток q_T , Вт/м², через однородную плоскопараллельную стенку толщиной δ , м, из материала с теплопроводностью λ , Вт/м °С, можно записать

в виде $q_T = \frac{\tau_1 - \tau_2}{R_T}$, (5)

В практических расчетах для оценки конвективного теплового потока (рис.3) применяют уравнения Ньютона:

$$q_k = \alpha_k (t_a - \tau), \quad (6)$$

где q_k - тепловой поток, Вт, передаваемый конвекцией от движущейся среды к поверхности или наоборот;



t_a - температура воздуха, омывающего поверхность стенки, °С;

ϕ - температура поверхности стенки, °С;

b_k - коэффициент конвективной теплоотдачи на поверхности стенки, Вт/м²·°С.

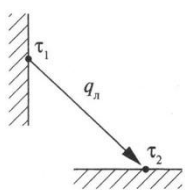
Рис.3 Конвективный теплообмен стенки с воздухом

Коэффициент теплоотдачи конвекцией, α_k - физическая величина, численно равная количеству теплоты, передаваемой от воздуха к поверхности твердого тела путем конвективного теплообмена при разности между температурой воздуха и температурой поверхности тела, равной 1°С.

При таком подходе вся сложность физического процесса конвективного переноса теплоты заключена в коэффициенте теплоотдачи, α_k . Естественно, что величина этого коэффициента является функцией многих аргументов. Для практического использования принимаются весьма приближенные значения α_k .

Уравнение (5) удобно переписать в виде: $q_k = \frac{t_a - \tau}{R_k}$, (7)

где R_k - *сопротивление конвективной теплоотдаче* на поверхности ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, равно разности температуры на поверхности ограждения и температуры воздуха при прохождении теплового потока с поверхностной плотностью 1 Вт/м² от поверхности к воздуху или наоборот. Сопротивление R_k является величиной обратной коэффициенту конвективной теплоотдачи α_k : $R_k = \frac{1}{\alpha_k}$, (8)



Излучение (лучистый теплообмен) - перенос теплоты с поверхности на поверхность через лучепрозрачную среду электромагнитными волнами, трансформирующимися в теплоту (рис.4).

Рис.4. Лучистый теплообмен между двумя поверхностями

В практике расчетов теплового потока при лучистом теплообмене используют упрощенную формулу. Интенсивность передачи теплоты излучением q_l , Вт/м²,

определяется разностью температуры поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене: $q_l = \alpha_l(\tau_1 - \tau_2)$, (9)

где τ_1 и τ_2 - значения температуры поверхностей, обменивающихся лучистой теплотой, °С;

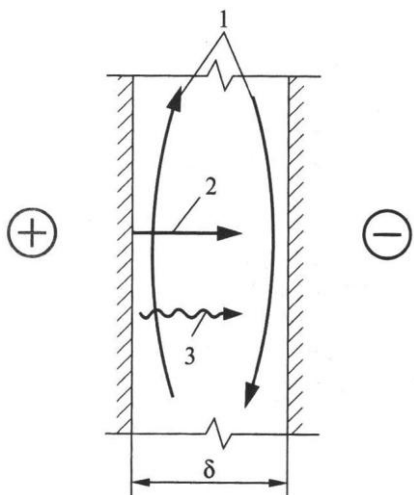
α_l - коэффициент лучистой теплоотдачи на поверхности стенки, Вт/м²·°С.

Коэффициент теплоотдачи излучением, α_l - физическая величина, численно равная количеству теплоты, передаваемой от одной поверхности к другой путем излучения при разности между температурой поверхностей, равной 1°С.

Сопротивления лучистой теплоотдаче R_l на поверхности ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, равно разности температуры на поверхностях ограждений, обменивающихся лучистой теплотой, при прохождении с поверхности на поверхность теплового потока с поверхностной плотностью 1 Вт/м².

Тогда уравнение (8) можно переписать в виде:

$$q_l = \frac{\tau_1 - \tau_2}{R_l}, \quad (10)$$



Сопротивление R_l является величиной обратной коэффициенту лучистой теплоотдачи α_l :

$$R_l = \frac{1}{\alpha_l}. \quad (11)$$

Для внесения единообразия сопротивление теплопередаче замкнутых воздушных прослоек, расположенных между слоями ограждающей конструкции, называют *термическим сопротивлением* $R_{в. п.}$, м²·°С/Вт.

Схема передачи теплоты через воздушную прослойку представлена на рис.5.

Рис.5. Теплообмен в воздушной прослойке

Тепловой поток, проходящий через воздушную прослойку $q_{в. п.}$, Вт/м², складывается из потоков, передаваемых теплопроводностью (2) q_m , Вт/м², конвекцией (1) q_k , Вт/м², и излучением (3) q_l , Вт/м².

$$q_{в. п.} = q_m + q_k + q_l. \quad (12)$$

Тепловой поток с плотностью q , Вт/м², проходящий сквозь стену, равен

$$q = \alpha_{к.в}(t_в - \tau_в) + \alpha_{л.в}(t_{окр.в} - \tau_в); \quad q = \alpha_{к.н}(t_н - \tau_н) + \alpha_{л.н}(t_{окр.н} - \tau_н), \quad (13)$$

где $t_{окр. в}$ и $t_{окр. н}$ - температура поверхностей, окружающих соответственно внутреннюю и наружную плоскости рассматриваемой стенки, °С;

$\bar{b}_{к. в}, \bar{b}_{к. н}$ - коэффициенты конвективной теплоотдачи на внутренней и наружной поверхностях стенки, $м^2 \cdot ^\circ C/Вт$;

$\bar{b}_{л. в}, \bar{b}_{л. н}$ - коэффициенты лучистой теплоотдачи на внутренней и наружной поверхностях стенки, $м^2 \cdot ^\circ C/Вт$.

Температура воздуха и окружающих поверхностей равны друг другу, то есть $t_{окр. в} = t_в$, а $t_{окр. н} = t_н$. То есть

$$q = \alpha_в (t_в - \tau_в); \quad q = \alpha_н (t_н - \tau_н), \quad (14)$$

Следовательно, принимается, что коэффициенты теплоотдачи на наружной и внутренней поверхностях ограждения равны сумме коэффициентов лучистого и конвективного теплообмена с каждой стороны:

$$\alpha_в = \alpha_{к.в} + \alpha_{л.в}; \quad \alpha_н = \alpha_{к.н} + \alpha_{л.н}. \quad (15)$$

Величины, обратные коэффициентам теплоотдачи, принято называть сопротивлениями теплоотдаче на внутренней $R_в, м^2 \cdot ^\circ C/Вт$, и наружной $R_н, м^2 \cdot ^\circ C/Вт$, поверхностях ограждения: $R_в = 1/\alpha_в; R_н = 1/\alpha_н$. (16)

Для увеличения термического сопротивления замкнутыми воздушными прослойками в [3] рекомендуется иметь в виду следующие выводы из исследований:

- 1) эффективными в теплотехническом отношении являются прослойки небольшой толщины;
- 2) рациональнее делать в ограждении несколько прослоек малой толщины, чем одну большой;
- 3) воздушные прослойки желательно располагать ближе к наружной поверхности ограждения, так как при этом в зимнее время уменьшается тепловой поток излучением;
- 4) вертикальные прослойки в наружных стенах необходимо перегораживать горизонтальными диафрагмами на уровне междуэтажных перекрытий;

Список литературы

1. Матозимов Б.С., Ордобаев Б.С. Архитектурно-строительная физика в сейсмостойком строительстве. Монография. – Б.:Айат, 2014. -160 с.
2. Ордобаев Б.С., Матозимов Б.С. Исследование проблем сейсмостойкости, сейсмозащиты, теплозащиты и шумозащиты зданий. Монография. – Б.:Айат, 2014. -176 с.
3. Матозимов Б.С. Сейсмомоделирование ограждающих конструкций гражданских зданий с учетом теплотехнических требований [Текст]/ [Б.С.Матозимов] -Вестник КГУСТА №3 (41) 2013, стр. 206-209.
4. Матозимов Б.С., Кутуев М.Д., Муканбет к. Э. и др. Исследования теплофизических расчетов ограждающих конструкций влияющих на микроклимат помещений. Известия Вузов, №1, 2012; 36-39 с.