

*Матозимов Б.С., Кутуев М.Д., Муктаров Т.К., Мамбетов Э.М.,
Муканбет кызы Э., Мисирова А.М., Качыгулов К.А.*

**ПОЛУЧЕНИЕ РАСЧЕТНЫМ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ
ПУТЕМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*B.S. Matozimov, M.D. Kutuev, T.K. Muktarov, E.M. Mambetov,
Mukanbet gyzy E., A.M. Misirova, K.A. Kachygulov*

**RECEIPT BY CALCULATION AND EXPERIMENT
COEFFICIENT OF THERMAL CONDUCTIVITY FENCING CONSTRUCTION
OF LOCAL MATERIALS**

УДК: 69.01-624.012

В исследовательской работе рассмотрены что, в лабораторных условиях сделаны образцы из глины и получены расчетным и экспериментальным путем коэффициенты теплопроводности ограждающих конструкций из местных - материалов.

Бул изилд ишинде-лабораториянын шартында топурактан улгу жасалган жана жергиликтуу материалдардан жасалган тосмо конструкцияларынын жыпуулук вткверуу коэффициенты эсептик жана эксперименттик жол менен алынганы каралган.

In exploratory work are considered that, in laboratory condition are made sample from clay and are received experimental by factors barriering design from local material.

При выборе теплоизоляционных материалов следует учитывать, что на долговечность и стабильность теплофизических и физико-механических свойств теплоизоляционных материалов, входящих в конструкцию ограждения, оказывают существенное влияние многие эксплуатационные факторы. Это, в первую очередь, знакопеременный (зима-лето) температурно-влажностный режим «работы» конструкции и возможность капиллярного и диффузионного увлажнения теплоизоляционного материала, а также воздействие ветровых, снеговых нагрузок, механические нагрузки от хождения людей, перемещения транспорта и механизмов по поверхности кровли производственных зданий.

Прежде всего, надо обратит внимание на коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К), материала. Он должен быть таков, чтобы материал в условиях эксплуатации мог обеспечить требуемое сопротивление теплопередачи в конструкции, при минимально возможной толщине теплоизоляционного слоя. Следовательно, предпочтение надо отдавать высокоэффективным материалам.

В работе рассмотрены физические процессы, связанные с переносом тепла, влаги и воздуха в ограждающих конструкциях (стенах, покрытиях, полах, окнах, фонарях и др.).

Тепло — один из видов энергии, а влага и воздух представляют разновидности вещества, поэтому физический механизм процессов переноса тепла (энергии), влаги и воздуха (вещества) неодинаков.

Перенос тепла, влаги, воздуха в ограждениях и помещениях возникает только при разности температуры или давления в различных зонах помещений или участках ограждающих конструкций.

Расчет сопротивления теплопередаче ограждений

Теплозащитное свойство теплофизических однородных ограждающих конструкций при постоянном установившемся тепловом потоке характеризуется требуемой величиной сопротивления $K_{\text{тп}}$, которое должно быть равным или превышать нормируемое. Численное значение IV находится из уравнения

$$R \frac{TP}{0} = \frac{t_B - t_H}{t_B - \tau_B}$$

(1)

где n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (берется по табл.1 СНиПа «Строительная теплотехника»).

Расчет теплоустойчивости ограждений

Коэффициент теплоусвоения представляет собой изменение теплового потока на поверхности ограждения при амплитуде колебания температуры этой поверхности, равной 1°C. По своему физическому смыслу этот коэффициент является коэффициентом теплообмена при передаче через ограждение периодических тепловых воздействий путем теплопроводности.

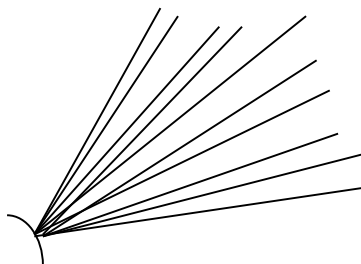


Рис. 1. Взаимозависимость между показателем тепловой инерции O термическим сопротивлением K и коэффициентом теплоусвоения ψ (составлена Г. А. Наумовец)

Численное значение этого коэффициента зависит от периода колебания температуры. При теплофизических расчетах ограждений, воспринимающих суточные колебания температуры наружного воздуха, период принимается равным 24 ч. Коэффициенты теплоусвоения для толстых конструктивных слоев приводятся в СНиП II-4-79**.

Ограждающие конструкции считаются легкими при $D \leq 4$; средней массивности при $4 < D \leq 7$ и массивными при $D > 7$.

Для многослойных ограждений показатель тепловой инерции находится по приближенной формуле

$$D = R_{1S_1} + R_{2S_2} + \dots + R_n S_n, \quad (2)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n — термическое сопротивление отдельных слоев ограждения;

$\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$ — коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждения.

Теплопроводность — передача тепла внутри материала вследствие взаимодействия его структурных единиц (молекул, атомов, ионов и т.д.) и при соприкосновении твёрдых тел.

Количество теплоты, которое передаётся за единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице, называется теплопроводностью (коэффициентом теплопроводности). Теплопроводность измеряют в Вт/(м*К). Методики и условия испытаний теплопроводности материалов в различных странах могут значительно отличаться, поэтому при сравнении теплопроводности различных материалов необходимо указывать, при каких условиях, в частности температуре, проводились измерения.

На величину теплопроводности пористых материалов, каковыми являются теплоизоляционные материалы, оказывают влияние плотность материала, вид, размеры и расположение пор, химический состав и молекулярная структура твёрдых составных частей, коэффициент излучения поверхностей, ограничивающих поры, вид и давление газа, заполняющего поры. Однако преобладающее влияние на величину теплопроводности имеют его температура и влажность.

Теплопроводность материалов возрастает с повышением температуры, однако, гораздо большее влияние в условиях эксплуатации оказывает влажность.

Теплоизоляция предназначена для создания благоприятной атмосферы, защиты человека от избытка или недостатка тепла, экономии затрат на отопление, предохранение конструкций от разрушений, возникающих вследствие конденсации водяных паров.

Количество тепла измеряется в ккал (Вт), температура — в °С, разность температур — в К (Кельвин); 1 ккал повышает температуру 1000 воды на 1 градус.

Теплообмен возникает из-за конвекции, проводимости, излучения и диффузии водяных паров; может быть замедлен, но при устройстве теплоизоляции полностью не исключается.

Коэффициент теплопроводности — λ ккал/м • ч • °С, [Вт/мК] характеризует свойства материала; чем меньше эта величина, тем меньше теплопроводность.

Коэффициент теплоизоляции — $1/\lambda \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К/ккал} [\text{м}^2\text{К/Вт}]$, характеризует толщину слоя материала: $1/\lambda = d/\lambda$, где d — толщина слоя в м. Удобнее считать, умножая d' (толщина слоя в см) на коэффициент D' т.е $1/\lambda = d' \cdot D'$. Значения $1/\lambda$ приведены в /1/; кривая распределена температур в конструкции и повреждение от конденсации воды рассмотрены ниже.

Термическое сопротивление $1/\alpha$ характеризует теплоизолирующую способность воздушного слоя, прилегающего к конструкции. Чем меньше скорость воздушного потока, тем выше $1/\alpha$: на наружной стороне конструкции $1/\alpha_n = 0,05$, на внутренней — $1/\alpha_{вн} = 0,14$, в углах — $0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К/ккал}$.

Сопротивление теплопереходу — $1/k, \text{ м}^2\text{ч}^\circ\text{С/ккал} [\text{м}^2\text{К/Вт}]$, является суммой сопротивлений конструкции проникновению тепла: $1/k = 1/\alpha_{вн} + 1/\lambda + 1/\alpha$ (обратная величина — это коэффициент теплоперехода $K, \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}$, характеризующий потери тепла конструкции и служит основой при расчете систем отопления).

Коэффициент теплопередачи — $k, \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С} [\text{Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})]$. Это обратная величина сопротивления теплопереходу. В настоящее время это важнейшая величина для расчёта теплоизоляции.

Рассматриваемая величина k_m равна среднему коэффициенту теплопередачи «окно + стена»; при расчёте учитываются в равной мере значения F и k обоих компонентов:

$$\lambda m(F-W) = (K_F F_F + R_W F_W) \cdot (F_F + F_W)$$

k_m равна среднему коэффициенту теплопередачи ограждающей конструкции, рассчитанному при равных долях F и k составных частей конструкции, включая стены (W), окна (E), крыши (D) площади пола (G) и потолка, омываемые воздухом (DL), с учётом минимальных коэффициентов для крыши и поверхностей:

$$k_m = \frac{k_W F_W + k_E F_E + k_{DL} F_{DL} + 0,2 k_D F_D + 0,5 k_G F_G}{F_W + F_E + F_{DL} + F_D + F_G}$$

Теплопередача через строительную конструкцию: часть тепла проходит через внутренний воздушный слой и нагревает воздух помещения у внутренней поверхности конструкции; если количество тепла превышает теплоизолирующую способность конструкции, то оно достигает наружной поверхности, затем проходит через внешний воздушный слой и попадает в атмосферу (рис. 1).

Разность температур между внутренней и наружной поверхностями при этом распределяется на отдельные слои пропорционально процентному отношению, отражающему их влияние на суммарное сопротивление теплопереходу (рис. 2.)

П р и м е р 1.

$$1/\alpha_{вн} + 1/\lambda + 1/\alpha_n = 0,14 + 0,81 + 0,05 = 1.$$

$$1/\alpha_{вн} : 1/\lambda : 1/\alpha_n = 14\% : 81\% : 5\%.$$

При разности температур 40 К получаем:

$$1/\alpha_{вн} = 14\% \times 40 = 5,6 \text{ К.}$$

$$1/\lambda = 81\% \times 40 = 32 \text{ К.}$$

$$1/\alpha_n = 5\% \times 40 = 2 \text{ К.}$$

При $1/\lambda = 0,31$ получаем соотношение $0,14 : 0,31 : 0,05 = 28\% : 62\% : 10\%$. Тогда на внутреннюю воздушную прослойку приходится $28\% \times 40 = 11,2 \text{ К}$, т.е. поверхность стены на $11,2 \text{ К}$ холоднее воздуха в помещении. Таким образом, чем меньше теплоизоляция слоя, тем ниже температура внутренней поверхности конструкции (рис. 7), так как в ней легче появляется конденсационная влага.

Поскольку кривая распределения температуры зависит от теплоизоляции отдельных слоев, то она имеет вид прямой, если конструктивный элемент изобразить в масштабе теплоизолирующей способности составляющих его слоев (рис. 5, 6).

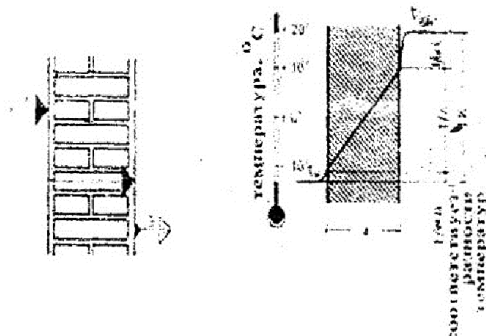


Рис.1. Теплопередача через строительную конструкцию.
Рис.2. Распределение температур в однослойной стене.

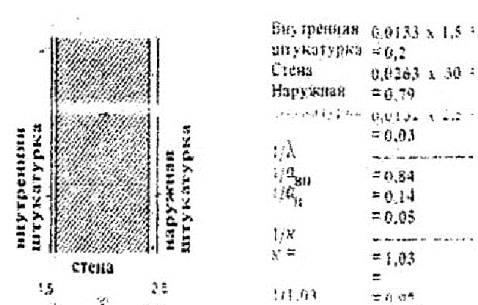


Рис. 3. Расчёт коэффициента k многослойной стены. Пример: стена из глины 800 кг/м^3 , толщиной 30 см, оштукатуренная.

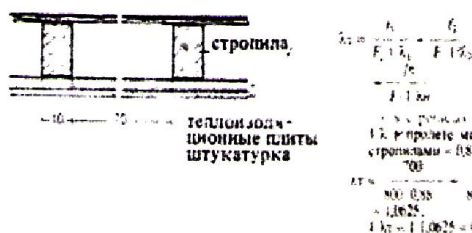


Рис.4. Расчет средней величины термического сопротивления составной конструкции. Пример: наклонная крыша чердака.

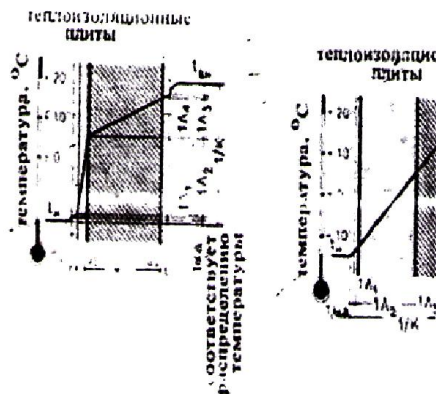


Рис.5. Распределение температур в многослойной стене.

Рис.6. Распределение температур как на рис. 2, но конструкции изображена в масштабе, соответствующем термическому сопротивлению. По всей толщине конструкции закон изменения температур выражен прямой линией.

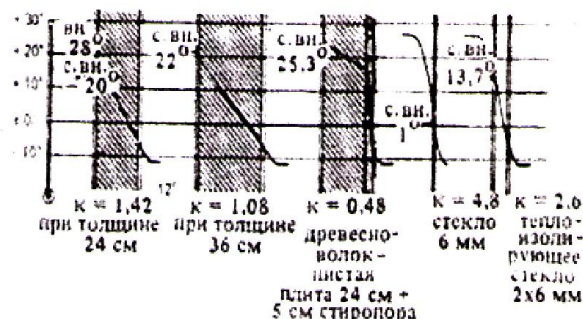


Рис.7. Распределение температур в конструкциях с различным температурным сопротивлением при $t_{вн} = 28^\circ$ и $t_{н} = 12^\circ$. Температура внутренней поверхности стены ($t_{с.вн}$) тем выше, чем лучше термическое сопротивление.

На основе проведенных расчетных и экспериментальных исследований, а также в результате проведенного анализа получены зависимости теплофизических свойств архитектурно-строительных конструкций от вида материалов, расчет ограждающих конструкций с помощью нового метода расчета на основе программы Вазе и определены коэффициенты теплопроводности и теплоемкости местных материалов.

В лабораторных условиях сделаны образцы из местного материала (глина с саманом и без самана) для определения коэффициента теплопроводности и теплоемкости.

Получены расчетным и экспериментальным путем коэффициенты теплопроводности и теплоемкости местных материалов (глины).

Литература:

1. Б.С.Матозимов, Ж.Ы. Маматов, Д.Ш. Кожобаев, Б.С. Ордобаев, А.М.Мисирова "Тепловая защита малоэтажных зданий из местных материалов" Известия Вузов, №4, 2010; 19-23 с.
2. М.Д.Кутуев, Б.С.Матозимов, Ж.Д.Асаналиева. Исследование теплофизических свойств различных ограждающих конструкций в условиях республики Кыргызстан. Вестник КГУСТА №4 (30), Б. 2010. с.20-24.
3. Б.С.Матозимов, Ж.Т.Тентиев, Митрохин Б.А. «Исследование и климатический анализ факторов влияющих на несущую способность зданий» Проблемы проектирования строительства и эксплуатации автомобильных дорог в горной местности. Сборник научных трудов. Выпуск №11, Бишкек 2002. - С.140-146.
4. Б.С.Матозимов, Ж.Ы.Маматов, К.Т.Шадыханов "Исследования и анализ теплофизических свойств различных ограждающих конструкций в условиях Кыргызстана" Бишкек 2009. Известия ВУЗов №5,6 с.
5. Свод правил по проектированию и строительству Кыргызской Республики. СП КР 23-101:2009. «Проектирование тепловой защиты зданий».
6. Строительные нормы и правила Кыргызской Республики. СНиП КР 23-01:2009. «Строительная тепло-техника».
7. Строительные нормы и правила Кыргызской Республики. СНиП КР 23-02-00. «Строительная климатология».
8. Свод правил по проектированию и строительству. СП 23-101-2004. «Проектирование тепловой защиты зданий»
9. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1970.
10. Гусев Н.М. Основы строительной физики. М., «Стройиздат», 1975.
11. Ильинский В.Е. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1974.
12. Web.manas.kg/cv/sbe/tkoychiyevkg.do... Концепция социально-экономического развития Кыргызской Республики на период до 2015 года. Б.: 2008.

Рецензент: к.т.н., доцент Ордобаев Б.С.