

DOI:10.26104/NNTIK.2022.84.51.012

Насиров М.Т., Исаков О.А., Асанова С.А.

ИМАРАТТАРДЫН ТОСМО КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНДА  
КАЛДЫКТАРДАН ЖЫЛУУЛООЧУ КАТМАР МЕНЕН БӨЛМӨ  
ИЧИНДЕГИ ТЕМПЕРАТУРАНЫ БОЛЖОЛДОО

Насиров М.Т., Исаков О.А., Асанова С.А.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРИ  
ПОМЕЩЕНИЯ ПРИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ  
С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ СЛОЕМ ИЗ ОТХОДОВ

M. Nasirov, O. Isakov, S. Asanova

PREDICTING INDOOR TEMPERATURE FOR BUILDING ENVELOPES  
WITH A WASTE HEAT-INSULATING LAYER

УДК: 669.713.7

Макалада конструкциянын ичиндеги жылуулуктун динамикасы келтирилген, жылуулук өткөрүмдүүлүк катмарынын мүнөздөмөсү жалтыланган жана катмардын калыңдыгынын өзгөрүшү, анын практикалык колдонулушунун үчүн керектүү сунуштар берилген. Түштүк аймагына ылайык болгон ысык климат шартында, бөлмөнүн көп ысып кетиши жана абаны муздатуу үчүн сарпталган энергияны үнөмдөө көйгөйү келип чыгат. Бөлмөнүн көп ысып кетиши, адамдын жайлуу жашоосу көз каранды болгон адамдын жылуу абалына терс таасир берири белгилүү. Сырткы тосмо конструкциясы аркылуу келген жылуулуктун көлөмүн билбей туруп, имаратты долбоорлоо учурунда комфорттуу жылуулук режимин эсептөөгө мүмкүн эмес. Ошол эле учурда жылуулук режиминин комфорттуулугун аныктаган бөлмөдөгү абанын ортокунүмдүк температурасы андан көз каранды. Ошентип, эксперимент жана аналитикалык изилдөөлөрдүн негизинде имараттын тосулган структурасында анын эффективдүүлүгүн, долбоордун моделин анализдөө же долбоорлоо деңгээлин көрсөтүүгө болот.

**Негизги сөздөр:** жылуулук режими, тосмо конструкция, күн ысыткысы, жылуулук өткөрүмдүүлүгү.

В данной статье даны динамика распространения тепла внутри конструкции, можно сделать заключение о характеристике теплоизоляционного слоя ограждающей конструкции и дать соответствующую рекомендацию по изменению состава или толщины слоя или конструкции ее практическому применению. В условиях жаркого климата, к которым относятся Южные регионы нашей республики, возникает проблема защиты помещений от их перегрева и снижения энергии на кондиционирование воздуха. Как известно, перегрев помещения от чрезмерной инсоляции отрицательно сказывается на тепловое состояние человека, от которого зависит его нормальная жизнедеятельность. На стадии проектирования здания нельзя заложить комфортный тепловой режим, не зная количества тепла, поступающего через наружные ограждающие конструкции. Причем от него зависит уровень среднесуточной температуры воздуха в помещении, определяющий ее комфортность теплового режима. Таким образом, применяя разработанную модель проектирования ограждающих конструкций здания, можно еще на стадии ее проектирования определить, насколько она будет эффективна.

**Ключевые слова:** тепловой режим, ограждающая конструкция, солнечное облучение, теплопроводность.

In this article, the dynamics of heat distribution inside the structure are given, it is possible to draw a conclusion about the characterization of the heat-insulating layer of the enclosing structure

and to give the appropriate recommendation for changing the composition or thickness of the layer or structure to its practical application. In a hot climate, which includes the southern regions of our republic, there is a problem of protecting the premises from overheating and reducing energy for air conditioning. As you know, overheating of the room from excessive insulation adversely affects the thermal state of a person, on which his normal life depends. At the design stage of a building, it is impossible to lay down a comfortable thermal regime without knowing the amount of heat coming through the external enclosing structures. Moreover, the level of the average daily air temperature in the room depends on it, which determines its comfort of the thermal regime. Thus, applying the developed model for designing the building envelope, it is still possible at the design stage to determine how effective it will be.

**Key words:** thermal regime, enclosing structure, solar exposure, thermal conductivity.

Внедрение в практику проектирования экономико-математических методов позволяет разработать оптимальные проектные решения зданий, наиболее эффективные для создания комфортного теплового режима. Определяющими показателями теплового режима помещений, как в зимних условиях, так и в условиях лета являются температуры воздуха и внутренних поверхностей ограждающих конструкций и возможные пределы их изменения в течение какого-либо процесса или суток. Интенсивное солнечное облучение поверхностей наружных ограждающих конструкций и прямое проникновение поверхностей радиации через наружные стены служат мощным источником поступления солнечного тепла в помещение. Прямым результатом этого является общий перегрев помещения, значительные колебания температуры воздуха в течение суток и нагрев внутренних поверхностей ограждающих конструкций.

На стадии проектирования здания нельзя заложить комфортный тепловой режим, не зная количества тепла, поступающего через наружные ограждающие конструкции. Причем от него зависит уровень среднесуточной температуры воздуха в помещении, определяющий ее комфортность теплового режима.

В условиях жаркого климата, к которым относятся Южные регионы нашей республики, возникает

проблема защиты помещений от их перегрева и снижения энергии на кондиционирование воздуха. Как известно, перегрев помещения от чрезмерной инсоляции отрицательно сказывается на тепловое состояние человека, от которого зависит его нормальная жизнедеятельность.

Поэтому меры защиты от перегрева, прежде всего, направлены на снижение поступлений через ограждающие конструкции.

В условиях жаркого климата в результате воздействия солнечного облучения  $t_{эқв}$  сравнительно высокой температуры наружного воздуха  $t_n$  на наружных поверхностях, ограждающих конструкции здания возникают значительные тепловые нагрузки, обуславливающие в той или иной мере теплоприток в помещения. Солнечное облучение поступает периодически в виде прямой, рассеянной и отраженной радиацией (формула 1). По предложению А.Ш. Шкловера, солнечное облучение выражается так называемой «эквивалентной температурой»  $t_{эқв}$  (полученной от полной солнечной радиации), равной

$$t_{эқв} = pJ/\alpha_n \quad (1)$$

где  $p$  – коэффициент поглощения поверхности ( $p=J-A$ , где  $A$  – коэффициент интегрального отражения поверхности альbedo, выраженное в долях единицы);

$J$  – напряжение солнечного суммарного облучения данной поверхности, Вт/м<sup>2</sup>;

$\alpha_n$  – коэффициент наружного теплообмена, Вт/(м<sup>2</sup>к) для расчетов его обычно принимают равным 2.3 Вт/(м<sup>2</sup>к)

Суммарная расчетная температура  $t_{н.сум}$ , в этом случае принимаемая в качестве внешнего теплового воздействия (формула 2), будет

$$t_{н.сум} = t_n + t_{эқв} \quad (2)$$

Коэффициент наружного теплообмена  $\alpha_n$  при отсутствии ветра будет зависеть от температурного напора между поверхностью ограждения и наружным воздухом (естественная конвекция).

Граничные условия для внутренней и наружной поверхности ограждения могут быть заданы уравнением одного из трех приведенных видов. Выбор определяется конкретной постановкой задачи и принятыми методами ее решения. Весьма эффективным средством, содействующим предохранению от перегрева в условиях жаркого климата, являются правильный выбор и применение материалов и конструкций ограждений, основанные на их рефлективных и эмиссионных свойствах. Температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций. Эту температуру можно определить по известному уравнению (формула 3)

$$t_{cm} = t_b - R/\alpha_b (t_b - t_n), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Для оценки теплозащиты конструкции достаточно определения ее термического сопротивления  $1/\alpha$ , которое характеризует теплотехническое качества ограждающих конструкции независимо от положения ее в здании (рис. 1, рис. 4) проиллюстрирован процесс теплопередачи. Термическое сопротивление конструкции  $1/\alpha$  определяется исходя из значений толщины слоев материалов  $d$  и коэффициентов теплопроводности  $\lambda$ , (Вт/м К). Сопротивление теплоотдаче  $1/\alpha$  при определении сопротивления теплопередаче  $1/K$  следует учитывать при расчете как однослойных, так и многослойных конструкции [1]

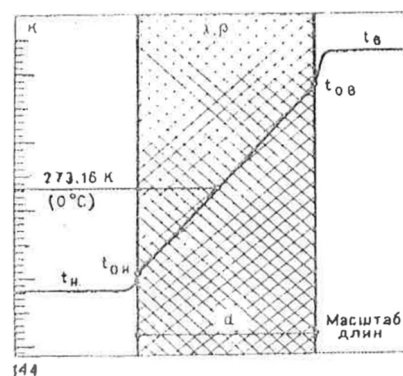


Рис. 1. Процесс теплопередачи

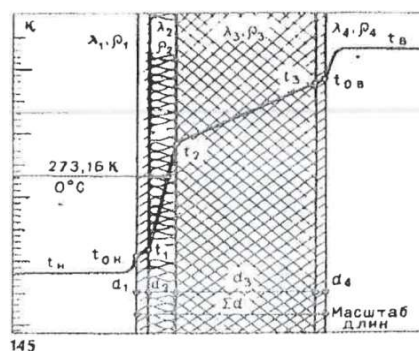


Рис. 2. Процесс теплопередачи.

Уравнение теплопроводности в конечных разностях для одномерного температурного поля показано на рисунке 3.

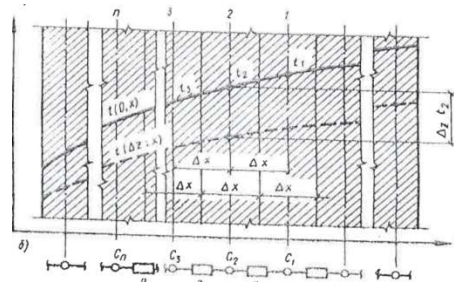


Рис. 3.

Уравнение теплопроводности в конечных разностях может быть записано как формула:

- а) Разбивка поля на элементарные слои;  
 б) Тепловая цепочка

$$Cp \frac{\Delta_r t_n}{\Delta z} = \lambda \frac{\Delta_x^2 t_n}{(\Delta x)^2} \quad (4)$$

$$\Delta_x^2 t_n = (t_{n+1} - t_n) - (t_n - t_{n-1}) = \Delta t_{n+1n} - t_{n,n-1} = t_{n+1} - 2t_n \quad (5)$$

Вторая конечная разность температур; индекс  $x$  показывает, что имеется в виду изменение температуры в пространстве, индекс  $z$  - изменение температуры во времени.

При переходе к пределу и замене конечных разностей бесконечно малыми приращениями из (формула 4) получаем дифференциальное уравнение Фурье:

$$Cp \frac{\partial t}{\partial z} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (6)$$

Применительно к тепловой цепочке (рис. 3 уравнение (4) теплового баланса для элементарного слоя и может быть записано в виде

$$C_n \Delta_z t_n = \frac{1}{R_n} \Delta_x^2 t_n \Delta Z \quad (7)$$

формула (2.7) где  $C_n = cR \Delta X_n$  – сосредоточенная тепловая емкость;

$R_n = \Delta X_n / \lambda$  – термическое сопротивление между центрами элементарных слоев.

Опуская индексы в выражении (7) и преобразуя его, получим

$$\Delta_z t = \frac{\Delta Z}{cR} \Delta_x^2 t \quad (8)$$

Множитель в виде комплекса величин в первой части уравнения является критерием гомотронности процесса, написанным для элементарного слоя  $\Delta_x$ , и расчетного интервала времени  $\Delta_z$ . После подстановки значения этот множитель можно преобразовать и заменить обозначением критерия гомотронности Фурье:

$$\frac{\Delta z}{cR} = \frac{\Delta z}{cR \Delta X \Delta X} = \frac{\Delta z a}{\Delta X^2} = FO_2 \quad (9)$$

Тогда уравнение теплопроводности в конечных разностях вид

$$\Delta Z_t = FO_2 \Delta_x^2 t \quad (10)$$

В этой записи уравнения критерий  $FO_2$  является обобщенной пространственно-временной координатой процесса, так как его значением определяются изменения искомого параметра и в пространстве, и во времени.

Исследуя динамику распространения тепла внутри конструкции, можно сделать заключение о характеристике теплоизоляционного слоя ограждающей конструкции и дать соответствующую рекомендацию по изменению состава или толщины слоя или конструкции ее практическому применению.

Таким образом, применяя разработанную модель проектирования ограждающих конструкций здания, можно еще на стадии ее проектирования определить, насколько она будет эффективна.

#### Литература:

1. Ольшанский А.И., Ольшанский В.И., Беляков Н.В. Основы энергосбережения: курс лекций. - Витебск: УО «ВГТУ», 2011. - 223 с.
2. <http://edinros.spb.ni/articles/9685> Ресурсосберегающие технологии - от материалов до отходов. Сергей Васильев "Федеральный строительный рынок" 1 (74) 28.01.2012.
3. <http://www.ecoteco.ra/id=144>. Переработка текстильных отходов в теплоизолирующие плиты, переработка отходов.
4. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
5. Сормунен П. Энергоэффективность зданий. Ситуация в Финляндии // Инженерно-строительный журнал. - 2015. - №1 - С. 7-8
6. <http://www.science-journal.kg/ru/journal/2/archive/2400> Насиров М.Т. Расчетные модели несущих систем многоэтажных зданий [Текст] / А.М. Зулпуев. // Журнал Известия ВУЗов Кыргызстана. - Бишкек. № 6. - 2014. -С. 16-20.
7. <http://www.science-journal.kg/ru/journal/2/archive/2406> Насиров М.Т. Прочность и перемещения сборных железобетонных плит перекрытий многоэтажных зданий и сооружений [Текст] / А.М. Зулпуев. // Журнал Известия ВУЗов Кыргызстана. - Бишкек. № 6. - 2014. -С. 41-45.
8. Исаков О.А., Бекмагамбетов С.С. Современные технологии для переработки отходов легкой промышленности, 2015.