

УДК:699.8

## СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ПЕНОБЕТОННОГО КАМНЯ ОТ КОЛИЧЕСТВА СКВОЗНЫХ ЩЕЛЕВИДНЫХ ПУСТОТ В НИХ

*К.т.н., проф. Г. Шукуров, магистрант Нейматоов Б.*

*Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет, Самарканд, Узбекистан*

**Аннотация.** *Ушбу мақолада ташиқи деворларни энергия самарадорлигини ошириши мақсадида таркиби кўп ковакли, бўи ҳаво қатламли пенобетондан иборат кичик блоklarни иссиқлик узатиши қаршилиги коваklar сони ва ўлчамларига боғлиқлиги иссиқлик физик жиҳатдан назарий тадқиқотлар натижасида асосланган. Бундан ташиқари пенобетондан иборат кичик блоklarни иссиқлик узатиши қаршилигини блокдаги коваklar сони ва ўлчамларига боғлиқлигини аниқлашни эмпирик формуласи тавсия этилган.*

**Аннотация.** *В данной статье приведены результаты теоретических теплофизических исследований и определены зависимости сопротивления теплопередаче мелкого блока из пенобетона от количества сквозных щелевидных пустот, формы их расположения и от их размеров в блоке. Кроме того предложен эмпирическая формула для определения сопротивления теплопередачи мелкого блока из пенобетона в зависимости от количества сквозных щелевидных пустот.*

Применение в наружных ограждениях материалов с несколькими воздушными прослойками незначительной толщины заметно улучшает теплофизические свойства таких стен по сравнению со сплошными стенами той же толщины. Все это говорит о том, что передача тепла воздушными прослойками происходит иначе, чем в телах твердых и сыпучих. Термическое сопротивление слоя, состоящего из твердого или сыпучего материала, прямо пропорционально его толщине, а следовательно, количества тепла, проходящего через слой, при постоянной разности температур на его поверхностях обратно пропорционально его толщине. Для воздушной прослойки такой пропорциональности не существует. В твердом материале передача тепла происходит только теплопроводностью, в воздушной прослойке к этому присоединяется еще передача тепла конвекцией и излучением. При применении в наружных стенах различных пустотелых камней с большим количеством пустот (керамические камни, бетонные камни и пр.) разрезка стен плоскостями, параллельными и перпендикулярными направлению теплового потока, для расчета их термического сопротивления чрезвычайно усложнило бы расчет, так

как при этом получилось бы очень большое количество участков по поверхности стены и слоев по ее толщине. Поэтому в таких случаях для обычных практических расчетов предварительно определяют средний коэффициент теплопроводности камня, а затем рассматривают стену, предполагая, что она сложена из сплошных камней с коэффициентом теплопроводности, равным полученному среднему коэффициенту теплопроводности камня (3).

Мелкий блок из пенобетонного камня (рис-1) со сквозными щелевидными пустотами уложен в стене так, что направления его пустот параллельны плоскости стены. Сопротивления теплопередачи мелкого блока из пенобетонного камня, где нарушена однородность слоя определяем по формуле (1)./3/.

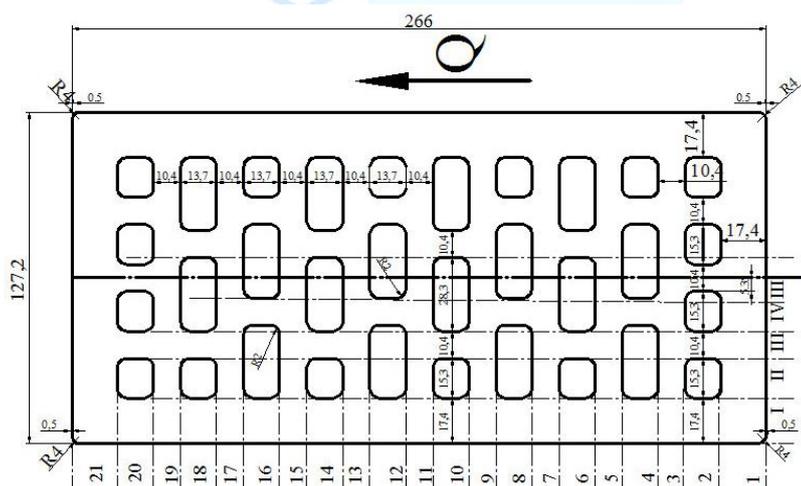


Рис-1 Расчетная схема мелкого блока из пенобетонного камня с 48 сквозными щелевидными пустотами

Сопротивления теплопередачи мелкого блока

из пенобетонного камня, где нарушена однородность слоя определяем по формуле (1)./3/.

$$R_{II} = \frac{F_I + F_{II} + F_{III} + \dots}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \frac{F_{III}}{R_{III}} + \dots} \quad (1)$$

Где,  $R_I, R_{II}, R_{III} \dots$  термические сопротивления отдельных элементов поверхности ограждения;  $F_I, F_{II}, F_{III}$  - площади, занимаемые отдельными элементами поверхности ограждения.

Средний коэффициент теплопроводности определяем по формуле (2).

$$\lambda_{cp} = \frac{\lambda_I \times F_I + \lambda_{II} \times F_{II} + \lambda_{III} \times F_{III} + \dots}{F_I + F_{II} + F_{III} + \dots} \quad (2)$$

Где,

$\lambda_I, \lambda_{II}, \lambda_{III} \dots$  - коэффициенты теплопроводности отдельных материалов слоя;  $F_I, F_{II}, F_{III} \dots$  - площади, занимаемые отдельными материалами по поверхности слоя.

Плотность пенобетонного камня  $1000 \text{ кг/м}^3$  и коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0.41 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ . Термическое сопротивление воздушных прослоек по приложению 2 КМК 2.01.04-97\* принимаем равными: при толщине 16 мм  $R = 0.136 \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}$ . Так как камень симметричен относительно средней оси, расчет выполняем для одной его половины; учитывая, что структура камня по высоте одинакова, в качестве расчетной площади принимаем половину ширины камня, т.е. 95мм.

А. Расчет параллельно тепловому потоку. Участок I. Сплошная пенобетон:  
 $R = \frac{0.40}{0.41} = 0.975, \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}, F_1 = 15 \text{ мм}^2$ .

Участок II. Пенобетон с шестнадцатью пустотами:  $R = \frac{0.144}{0.41} + 0.136 \cdot 16 = 2.527, \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}. F_2 = 60 \text{ мм}^2$ .

Участок III. Пенобетон с восемью пустотами:  $R = \frac{0.272}{0.41} + 0.136 \cdot 8 = 0.663 + 1.1 = 1.75, \text{ м}^2\text{°C/Вт}, F_3 = 20 \text{ мм}^2$ .

Сопротивление пенобетонного камня определяем по формуле

$$R_{\parallel} = \frac{15+60+20}{\frac{15}{0.975} + \frac{60}{2.527} + \frac{20}{1.75}} = 1.88 \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}.$$

Б. Расчет перпендикулярно тепловому потоку.

Слои 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31 и 33 - сплошная пенобетон. Сумма термических сопротивлений слоев:

$$R = (0.0165:0.41) \times 2 + (0.0074:0.41) \times 15 = 0.35 \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}.$$

Слои 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 и до 32 пенобетон с пустотами толщиной 16 мм. Эквивалентный коэффициент теплопроводности воздуха в пустоте пенобетонного камня:

$$\lambda_{\text{экв}} = \frac{\delta}{R} = \frac{0.016}{0.136} = 0.117 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

Средний коэффициент теплопроводности слоя определяем по формуле:

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{0.41 \times 35 + 0.117 \times 60}{95} = 0.224 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

Термическое сопротивление пенобетонного камня  $R_{\perp} = (0.016:0.224) \times 16 = 1.143 \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}$ . Таким образом  $R = 0.35 + 1.143 = 1.49 \text{ м}^2\text{°C/(Вт)}$ .

Вычисляем действительную величину термического сопротивления пенобетонного камня с 48 пустотами по формуле:

$$R = \frac{R_{\parallel} + 2 \cdot R_{\perp}}{3} = \frac{1.879 + 2 \times 1.49}{3} = 1.64 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Тогда средний коэффициент теплопроводности камня,

$$\lambda_{\text{камень}} = \frac{\delta}{R} = \frac{0.400}{1.64} = 0.243 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}.$$

Таким же методом определили сопротивление теплопередаче мелкого блока из пенобетонного камня с 12, 24, 36, 60 и 72 щелевидными пустотами.

В результате теоретических теплофизических исследований определили зависимость сопротивления теплопередаче мелкого блока из пенобетонного камня от количество щелевидных пустот в них.

В результате теоретических теплофизических исследований предложили эмпирическую формулу для определения сопротивления теплопередаче мелкого блока из пенобетонного камня в зависимости от количество щелевидных пустот в них.

$$R = R_{\text{сп.}} + 0,015 \times N$$

Где,  $R_{\text{сп.}}$  – сопротивление теплопередачи сплошного пенобетонного камня,  $\text{м}^2/(\text{Вт} \cdot ^\circ\text{C})$ .  $N$  – количество щелевидных пустот в мелком блоке из пенобетонного камня.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1. Коэффициент теплопроводности предлагаемый нами пенобетонного камня с 12, 36,48 ,60 и 72 щелевидными пустотами 3-4 раза меньше чем коэффициент теплопроводности кирпича;
2. Термическое сопротивление теплопередачи пенобетонного камня с щелевидными пустотами 2-3 раза больше чем сопротивления теплопередаче кирпичной кладки толщиной 38 см
3. Разница между сопротивлением теплопередачи определённой в результате теоретических теплофизических исследований с сопротивлением теплопередаче определённой эмпирической формулой не превышает 10-15%;
4. Таким образом предлагаемый нами мелкие блоки из пенобетонного камня с щелевидными пустотами повышают энергоэффективность наружных стен зданий.

#### Литература:

1. Шукуров Ф.Ш., Бобоев С.М. Архитектура физикаси. 1-қисм. Курилиш иссиқлик физикаси. Дарслик – Т.: Мехнат, 2005 й. 160с.
2. Шукуров Ф.Ш., Исломов Д. Ф. Курилиш физикаси. Дарслик – Самарқанд. 2015 й. 226с.
3. Фокин. К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М. Стройиздат, 1973г. 286с.
4. ҚМҚ-2.01.04-97\*. Строительная теплотехника. – Т., 2011 й.
5. Шукуров, Г., & Сирожидинов, Ш. (2018). ПОВЫШЕНИЕ ПРОТИВАПОКАЗАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАЛЕНЬКИХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЕНОБЕТОННЫХ ПЛИТОК. *Актуальные научные исследования в современном мире*, (4-12), 74-79.
6. Гайрат, Ш. Ш., Фозилов, Ф., Гойипов, О., & Рахматов, О. (2017). ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОГО КАМНЯ СО СКВОЗНЫМИ ЩЕЛЕВИДНЫМИ ПУСТОТАМИ. *Актуальные научные исследования в современном мире*, (5-8), 22-26.