

испытательная лаборатория

«ЛАКТЕСТ»

Аттестат признания технической компетентности № ГОСТ.RU.22037

443099 г. Самара, ул. Алексея Толстого, 72, телефон/факс 8(846)310-24-23 и 310-24-82
e-mail: Laktest@yandex.ru

«Утверждаю»

Директор ООО «Лактест»

Колесников А.И.



«14» апреля 2022 г.

ПРОТОКОЛ №6/2022 от 14.04.2022

определение коэффициента теплопроводности кладки из камня
керамического

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКАЗЧИК	Общество с ограниченной ответственностью «Магма Керамик» Адрес производства: Республика Мордовия, Дубенский район, с. Дубенки, ул. 2-й микрорайон, д.7 Договор №26 от 08.12.2021 г.
ИЗДЕЛИЕ	Камень керамический с пазогребневым соединением Keramik&Klinker КМ-пг 250 380×250×219 10,7НФ/100/1/50 ГОСТ 530-2012
ОБРАЗЦЫ	Камень 28 шт. Акт отбора образцов от 11.03.2022
МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ	ГОСТ Р 56623-2015, ГОСТ 530-2012 п.7.14
ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ	Камера климатическая КК-100805-4.4 аттестат №005205/160312-2021 до 22.12.2022 г. Измеритель плотности тепловых потоков ИТП- МГ4.03/40(II) «Поток» зав.№ 847, свидетель- ство о поверке № С-БЯ/11-01-2022/122978409 действительно до 10.01.2023 г. шкаф сушильный ШСП-0,25-60, зав. №13647, аттестат №004900/159439-2021 до 10.12.2022 г., Весы лабораторные ВК-600, зав.№ 009863 свидетельство о поверке №С-БЯ/09-12- 2021/120006941 до 08.12.2022; измеритель комбинированный TESTO 605 зав. № 39506830 свидетельство о поверке №С-БЯ/28-12- 2021/122204573 до 27.12.2022
ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ	Партия №128 от 16.02.2022
ДАТА ИСПЫТАНИЯ	21.03.2022 - 04.04.2022

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ

Наименование показателя	Результаты испытания	
	при массовой доли влаги в кладке 3,9%	при массовой доли влаги в кладке 3,1%
Средняя температура воздуха, °С: -наружного -внутреннего	-30 ± 2 20 ± 2	-30 ± 2 20 ± 2
Средневзвешенная температура поверхности кладки, °С: -наружной -внутренней	-22,2 16,6	-25,1 17,5
Средневзвешенный тепловой поток с внутренней поверхности, Вт/м ²	50,1	49,3
Приведенное термическое сопротивление кладки, (м ² ·°С)/Вт	0,775	0,865
Толщина стены δ, м	0,255	
Средняя плотность камня, кг/м ³	922,9	
Коэффициент теплопроводности камня в кладке в сухом состоянии λ ₀ , Вт/(м·°С)	0,16	
Коэффициент теплопроводности камня в кладке в условиях эксплуатации А (ω=1%) λ _А , Вт/(м·°С)	0,20	
Коэффициент теплопроводности камня в кладке в условиях эксплуатации Б (ω=2%) λ _Б , Вт/(м·°С)	0,22	

Методика испытаний, результаты испытания и результаты расчета представлены в Приложении №1 на 6 листах.

Испытание выполнил:

Д. А. Макаров

Руководитель лаборатории к.т.н.

«ЛАКТЕСТ»
443099, г. Самара, ул. А. Толстого, 72

Приложение №1

к протоколу испытаний №1/2022 от 09.02.2022

1. Характеристика образцов:

Камень керамический с пазогребневым соединением КМ-пг 250 с размерами 380×250×219 мм, марки по прочности М100, класса средней плотности 1,0, марки по морозостойкости F50, средний вес 19,2 кг, средняя плотность 922,9 кг/м³.

2. Сведения о фрагменте кладки:

Размер 1520×1588×255 мм (длина-высота-толщина). Размер определен в соответствии с п. 7.14 ГОСТ 530-2012. Кладка выполнена толщиной в камень, на теплой кладочной смеси «PEREL TKS», средней плотности 1000 кг/м³, с применением кладочной сетки. Толщина горизонтальных швов по 10 мм. С двух сторон поверхность кладки затерта штукатуркой аналогичного состава толщиной по 2,5 мм.

Площадь кладки: $S_{\text{кл}} = 1,52 \times 1,588 = 2,4137 \text{ м}^2$

Площадь зоны вертикальных швов:

$S_{\text{вш}} = 0,015 \times 0,219 \times 24 = 0,0788 \text{ м}^2;$

Площадь зоны горизонтальных швов:

$S_{\text{гш}} = 0,01 \times 1,52 \times 6 = 0,0912 \text{ м}^2;$

Площадь зоны камня:

$S_{\text{кам}} = 2,4137 - (0,0788 + 0,0912) = 2,2437 \text{ м}^2.$

3. Методика испытаний:

- средняя плотность камня определена в соответствии с ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости»;
- влажность определялась в соответствии с ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний»;
- коэффициент теплопроводности определен в соответствии с ГОСТ Р 56623-2015 «Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» с дополнением п.7.14 ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия».

4. Оборудование для испытаний:

- камера климатическая КК-100805-4.4 аттестат №005205/160312-2021 до 22.12.2022 г;

- камера укомплектована измерителем плотности тепловых потоков и температуры ИТП-МГ4.03/40(II) «Поток» производства СКБ «Стройприбор» г. Челябинск зав №847. Свидетельство о поверке № С-ВЯ/11-01-2022/122978409 действительно до 10.01.2023 г.

- шкаф сушильный ШСП-0,25-60, зав. №13647, аттестат №004900/159439-2021 до 10.12.2022 г.

- весы лабораторные ВК-600, зав.№ 009863 свидетельство о поверке №С-ВЯ/09-12-2021/120006941 до 08.12.2022;

- прибор комбинированный TESTO 605 зав. № 39506830 свидетельство о поверке №С-ВЯ/28-12-2021/122204573 до 27.12.2022;

- стаканчики типа СВ по ГОСТ 25336-82, эксикатор по ГОСТ 25336-82.

5. Сушка образца:

-сушка фрагмента кладки осуществлялась принудительным способом электронагревательными приборами перед первым этапом испытания в течение 4 суток до влажности 3,9%, перед вторым 6 суток до влажности 3,1%. Доля влаги в кладке измерялась по окончанию испытания.

6 Проведение испытания:

6.1 На внутренней поверхности фрагмента кладки устанавливались датчики температуры и тепловых потоков, на наружной поверхности только датчики температуры. Датчики крепились с помощью теплопроводной кремнийорганической пасты КПТ-8 по ГОСТ 19783-74.

6.2 Датчики устанавливались на поверхности камня, а также в горизонтальных и вертикальных швах.

6.3 Схема размещения датчиков показана на рисунке 1.

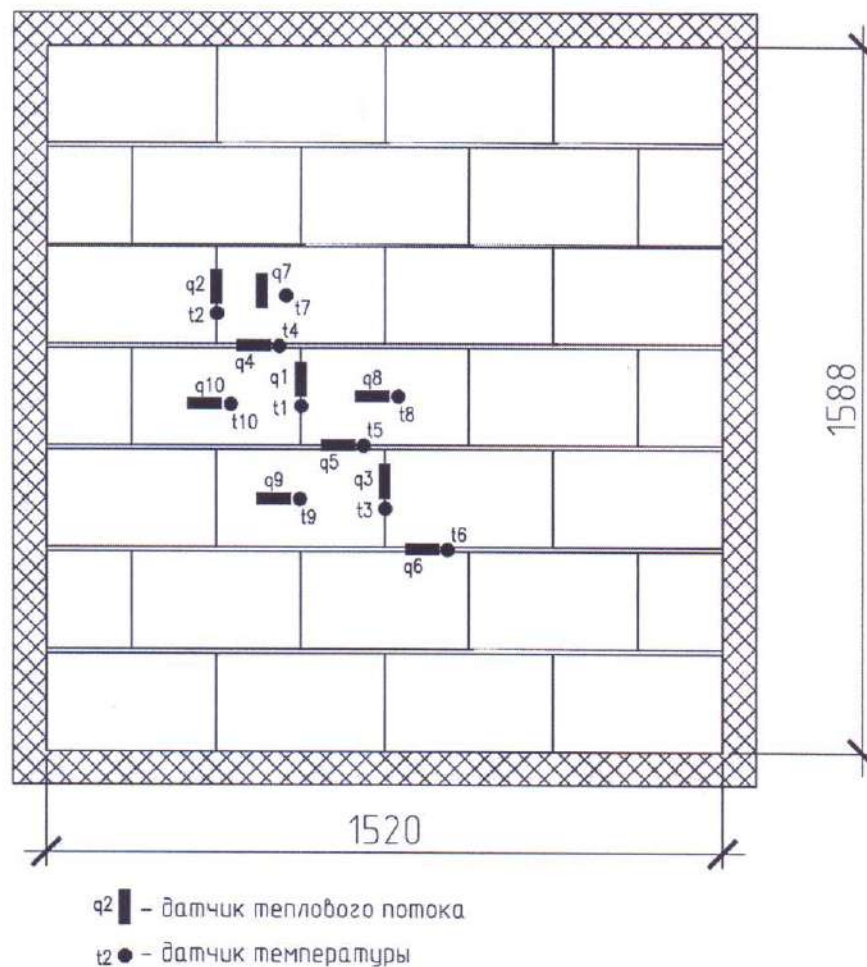


Рисунок 1. Схема расположения датчиков на внутренней (с теплой стороны) поверхности фрагмента кладки. Датчики температуры на наружной поверхности устанавливались в точках, противоположных датчикам температуры на внутренней поверхности.

6.4 Условия, при которых выполнено испытание:

- температура воздушной среды теплого отделения климатической камеры 20 ± 2 °C с относительной влажностью $40 \pm 5\%$;

- температура воздушной среды холодного отделения камеры -30 ± 2 °C;

6.5 Испытание проведено в два этапа.

6.6 Первый этап испытаний включал в себя кладку фрагмента стены, сушку и проведение испытания с массовой долей влаги в кладке $\omega_1 = 3,9\%$.

При достижении стационарного режима теплопередачи через фрагмент кладки с интервалом в 2 часа измерены текущие значения температуры на поверхностях фрагмента кладки и плотность тепловых потоков.

6.7 Результаты испытания первого этапа приведены в таблице №1.

Таблица №1

Термически однородная зона	№ датчиков	Температура на внутренней поверхности $t_v, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Температура на наружной поверхности $t_n, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Плотность тепловых потоков $q_\phi, \text{Вт/м}^2$	Среднее значение
Пазогребневые швы	1	15,8	15,7	-22,1	-22,2	59,4	60,4
	2	16,6		-20,3		57,4	
	3	14,6		-24,3		64,5	
Горизонтальные швы	4	15,8	15,2	-21,4	-23,1	57,9	61,2
	5	15,0		-23,4		63,8	
	6	14,6		-24,5		61,8	
Камень	7	17,1	16,7	-21,0	-22,2	46,3	49,3
	8	16,7		-22,4		50,4	
	9	16,1		-23,5		49,9	
	10	16,9		-21,7		50,5	

6.8 На основании данных таблицы №1 по формуле

$$t_{н(в)}^{cp} = (\sum t_i F_i) / (\sum F_i)$$

рассчитаны средневзвешенные значения температуры на поверхностях кладки и фактическая плотность тепловых потоков:

- температура на внутренней поверхности кладки $t_v = 16,6 ^\circ\text{C}$;
- температура на наружной поверхности кладки $t_n = -22,2 ^\circ\text{C}$;
- средневзвешенная плотность тепловых потоков $q_\phi = 50,1 \text{ Вт/м}^2$.

6.9 Разность температур на поверхностях кладки $\Delta t = 38,8 ^\circ\text{C}$.

6.10 Приведенное термическое сопротивление кладки

$$R^{np} = \Delta t / q_\phi = (16,6 - (-22,2)) / 50,1 = 0,775 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

6.11 Эквивалентный коэффициент теплопроводности

$$\lambda_{экл} = \delta / R^{np} = 0,255 / 0,775 = 0,329 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

6.12 Второй этап испытаний выполнен после сушки и достижения массовой доли влаги в кладке $\omega_2 = 3,1\%$.

6.14 Результаты испытания второго этапа приведены в таблице №2.

Таблица №2

Термически однородная зона	№ датчиков	Температура на внутренней поверхности $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Температура на наружной поверхности $t_{н}, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Плотность тепловых потоков $q_{\phi}, \text{Вт/м}^2$	Среднее значение
Пазогребневые швы	1	17,3	17,3	-23,4	-24,0	57,4	58,4
	2	18,1		-23,3		55,4	
	3	16,4		-25,3		62,5	
Горизонтальные швы	4	17,7	17,0	-23,5	-24,6	55,9	59,2
	5	16,5		-24,7		61,8	
	6	16,8		-25,5		59,8	
Камень	7	18,6	17,5	-25,0	-25,2	45,8	48,6
	8	17,8		-25,4		49,0	
	9	16,6		-25,3		49,5	
	10	17,1		-25,1		50,0	

6.15 На основании данных таблицы №2 по формуле

$$t_{н(в)}^{cp} = (\sum t_i F_i) / (\sum F_i)$$

рассчитаны средневзвешенные значения температуры на поверхностях кладки и фактическая плотность тепловых потоков:

- температура на внутренней поверхности кладки $t_{в} = 17,5 ^\circ\text{C}$;
- температура на наружной поверхности кладки $t_{н} = -25,1 ^\circ\text{C}$;
- средняя плотность тепловых потоков $q_{\phi} = 49,3 \text{ Вт/м}^2$.

6.16 Разность температур на поверхностях кладки $\Delta t = 42,6 ^\circ\text{C}$.

6.17 Приведенное термическое сопротивление кладки
 $R^{np} = \Delta t / q_{\phi} = (17,5 - (-25,1)) / 49,3 = 0,865 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

6.18 Эквивалентный коэффициент теплопроводности

$$\lambda_{\text{экв}2} = \delta / R^{np} = 0,255 / 0,865 = 0,295 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

7. Расчет коэффициента теплопроводности кладки в сухом состоянии.

$$\Delta \lambda_{\text{экв}} = (\lambda_{\text{экв}1} - \lambda_{\text{экв}2}) / (\omega_1 - \omega_2) = (0,329 - 0,295) / (3,9 - 3,1) = 0,0425 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

$$\lambda_o' = 0,329 - 3,9 \times 0,0425 = 0,163 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

$$\lambda_o'' = 0,295 - 3,1 \times 0,0425 = 0,163 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

$$\lambda_o = 0,163 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

8 График зависимости эквивалентного коэффициента теплопроводности от влажности кладки, построенный по результатам испытания.



Рисунок 2. График зависимости коэффициента теплопроводности от влажности кладки.

9. Коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации А ($\omega=1,0\%$) $\lambda_A = 0,163 + 1,0 \times 0,0425 = 0,20$ Вт/(м·°С).

10. Коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации Б ($\omega=1,5\%$) $\lambda_B = 0,163 + 1,5 \times 0,0425 = 0,22$ Вт/(м·°С)

Вывод:

На основании проведенных испытаний коэффициент теплопроводности камня керамический с пазогребневым соединением КМ-пг 250 380×250×219 10,7НФ/100/1/50 по ГОСТ 530-20120 производства ООО «Магма Керамик»

составил:

в кладке в сухом состоянии: $\lambda_0 = 0,16$ Вт/(м·°С),

в условиях эксплуатации А: $\lambda_A = 0,20$ Вт/(м·°С),

в условиях эксплуатации Б: $\lambda_B = 0,22$ Вт/(м·°С).

Инженер

Д.А. Макаров

Руководитель лаборатории к.т.н.

Исследовательская лаборатория
«ЛАКТЕСТ»
443099, г. Самара, ул. А.Толстого.

И. Вайнгартен