

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.



«28» апреля 2022 г.

ПРОТОКОЛ №10/2022 от 28.04.2022
определение коэффициента теплопроводности кладки из
керамического кирпича

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	Кирпич керамический пустотелый Keramik&Klinker 250×120×65 1НФ/150/1,3/100 ГОСТ 530-2012
ОБРАЗЦЫ	Кирпич 360 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-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; измеритель комбинированный TESTO 605 зав. № 39506830 свидетельство о поверке №С-ВЯ/28-12- 2021/122204573 до 27.12.2022
ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ	Партия №85 от 29.01.2022
ДАТА ИСПЫТАНИЯ	11.04.2022 - 25.04.2022

443099 г. Самара, ул. Алексея Толстого, 72 телефон/факс 310-24-23, 310-24-82,
Email: laktest@yandex.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ

Наименование показателя	Результаты испытания	
	при массовой доли влаги в кладке 4,0%	при массовой доли влаги в кладке 3,0%
Средняя температура воздуха, °С: -наружного -внутреннего	-30 ± 2 20 ± 2	-30 ± 2 20 ± 2
Средневзвешенная температура поверхности кладки, °С: -наружной -внутренней	-18,0 14,2	-19,1 15,8
Средневзвешенный тепловой поток с внутренней поверхности, Вт/м ²	50,1	47,0
Приведенное термическое сопротивление кладки, (м ² ·°С)/Вт	0,64	0,74
Толщина стены δ, м	0,385	
Средняя плотность кирпича, кг/м ³	1152,3	
Коэффициент теплопроводности кирпича в кладке в сухом состоянии λ ₀ , Вт/(м·°С)	0,27	
Коэффициент теплопроводности кирпича в кладке в условиях эксплуатации А (ω=1%) λ _А , Вт/(м·°С)	0,35	
Коэффициент теплопроводности кирпича в кладке в условиях эксплуатации Б (ω=2%) λ _Б , Вт/(м·°С)	0,43	

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

Испытание выполнил:



Д. А. Макаров

Руководитель лаборатории к.т.н. Испытательная лаборатория Г.И. Вайнгартен



Приложение №1

к протоколу испытаний №7/2022 от 28.04.2022

1. Характеристика образцов:

Кирпич керамический пустотелый Keramik&Klinker 250×120×65 1НФ/150/1,3/100 по ГОСТ 530-2012 с размерами 250×120×65 мм, марки по прочности М150, класса средней плотности 1,3, марки по морозостойкости F100, средний вес 2,3 кг, средняя плотность 1152,3 кг/м³.

2. Сведения о фрагменте кладки:

-размер 1550×1565×385 мм (длина-высота-толщина). Размер определен в соответствии с п. 7.14 ГОСТ 530-2012. Кладка выполнена толщиной в полтора кирпича, из одного тычкового и одного ложкового рядов, 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: $S_{\text{кл}} = 1,55 \times 1,565 = 2,4257 \text{ м}^2$

Площадь зоны вертикальных швов:

$S_{\text{вш}} = 0,01 \times 1,565 \times 8 = 0,1252 \text{ м}^2$;

Площадь зоны горизонтальных швов:

$S_{\text{гш}} = 0,01 \times 1,5 \times 20 = 0,3 \text{ м}^2$;

Площадь зоны кирпича:

$S_{\text{кам}} = 2,4257 - (0,1252 + 0,3) = 2,0 \text{ м}^2$.

3. Методика испытаний:

- средняя плотность кирпича 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-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;

- прибор комбинированный TESTO 605 зав. № 39506830 свидетельство о поверке №С-БЯ/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 4%, перед вторым 6 суток до влажности 3%. Доля влаги в кладке измерялась по окончании 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 кирпича тычкового и ложкового ряда, а также в горизонтальных и вертикальных швах.

6.3 Схема размещения датчиков показана на рисунке 1.

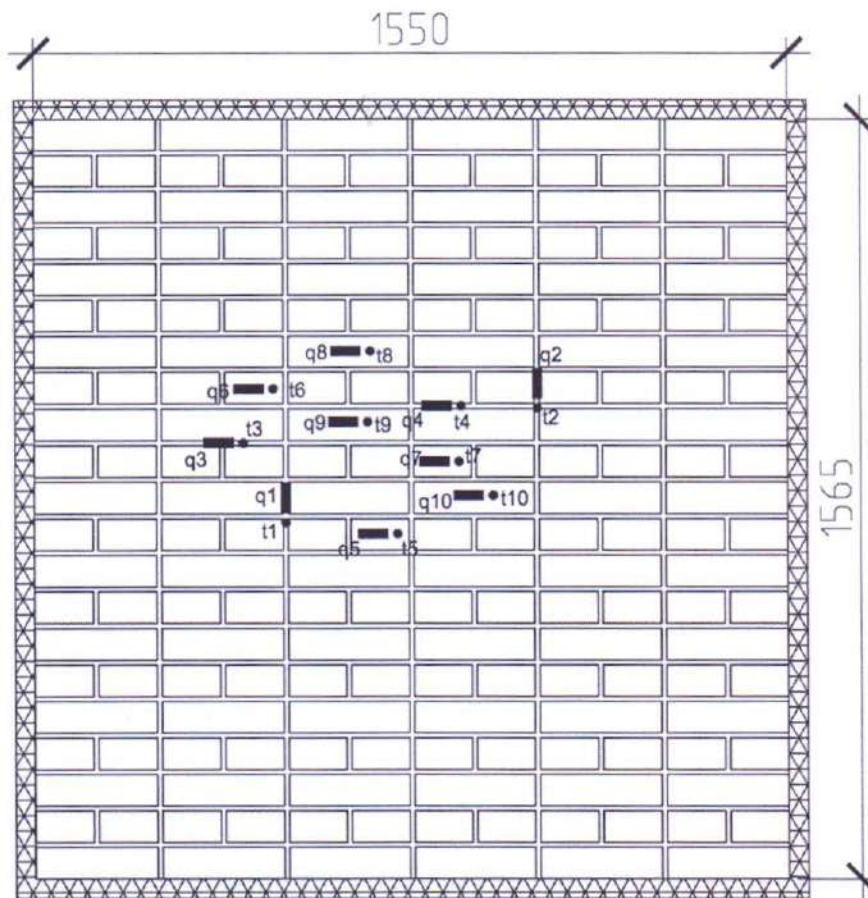


Рисунок 1. Схема расположения датчиков на внутренней (с теплой стороны) поверхности фрагмента кладки. Датчики температуры на наружной поверхности устанавливались в точках, противоположных датчикам температуры на внутренней поверхности.

6.4 Условия, при которых выполнено испытание:

- температура воздушной среды теплого отделения климатической камеры 20 ± 2 °С с относительной влажностью $40 \pm 5\%$;
- температура воздушной среды холодного отделения камеры -30 ± 2 °С;

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 $\omega_1 = 4,0\%$.

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 $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Температура на наружной поверхности $t_{н}, ^\circ\text{C}$	Среднее значение	Плотность тепловых потоков $q_{ф}, \text{Вт/м}^2$	Среднее значение
Вертикальные швы	1	14,1	14,2	-17,1	-16,1	51,7	51,6
	2	14,4		-15,1		51,4	
Горизонтальные швы	3	13,9	13,9	-17,4	-16,2	55,4	55,5
	4	13,9		-15,0		55,5	
Кирпич	5	14,2	14,2	-17,4	-18,4	48,0	49,2
	6	14,1		-17,9		50,7	
	7	14,1		-19,1		51,2	
	8	14,2		-19,6		50,1	
	9	14,2		-17,8		46,6	
	10	14,7		-18,4		48,8	

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 $t_{в} = 14,2 ^\circ\text{C}$;
- температура на наружной поверхности кладки $t_{н} = -18,0 ^\circ\text{C}$;
- средневзвешенная плотность тепловых потоков $q_{ф} = 50,1 \text{ Вт/м}^2$.

6.9 Разность температур на поверхностях кладки $\Delta t = 32,2 ^\circ\text{C}$.

6.10 Приведенное термическое сопротивление кладки

$$R^{np} = \Delta t / q_{ф} = (14,2 - (-18,0)) / 50,1 = 0,642 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

6.11 Эквивалентный коэффициент теплопроводности

$$\lambda_{экв1} = \delta / R^{np} = 0,385 / 0,642 = 0,599 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

6.12 Второй этап испытаний выполнен после сушки и достижения массовой доли влаги в кладке $\omega_2 = 3,0\%$.

6.14 Результаты испытания второго этапа приведены в таблице №2.

Таблица №2

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
Вертикальные швы	1	15,7	15,7	-18,3	-17,6	50,0	50,2
	2	15,8		-17,0		50,3	
Горизонтальные швы	3	15,5	15,4	-18,3	-17,6	52,0	53,1
	4	15,3		-17,0		54,2	
Кирпич	5	15,8	15,9	-18,6	-19,5	44,6	45,8
	6	15,7		-18,7		46,7	
	7	15,9		-19,6		47,5	
	8	15,9		-20,5		45,7	
	9	15,9		-19,5		43,7	
	10	16,2		-19,8		46,8	

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 $t_v = 15,8 ^\circ\text{C}$;
- температура на наружной поверхности кладки $t_n = -19,1 ^\circ\text{C}$;
- средневзвешенная плотность тепловых потоков $q_\phi = 47,0 \text{ Вт/м}^2$.

6.16 Разность температур на поверхностях кладки $\Delta t = 35,0 ^\circ\text{C}$.

6.17 Приведенное термическое сопротивление кладки

$$R^{np} = \Delta t / q_\phi = (15,8 - (-19,1)) / 47,0 = 0,74 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

6.18 Эквивалентный коэффициент теплопроводности

$$\lambda_{\text{ЭКВ2}} = \delta / R^{np} = 0,385 / 0,742 = 0,518 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

7. Расчет коэффициента теплопроводности кладки в сухом состоянии.

$$\Delta \lambda_{\text{ЭКВ}} = (\lambda_{\text{ЭКВ1}} - \lambda_{\text{ЭКВ2}}) / (\omega_1 - \omega_2) = (0,599 - 0,518) / (4,0 - 3,0) = 0,081 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

$$\lambda_o' = 0,599 - 4,0 \times 0,081 = 0,27 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

$$\lambda_o'' = 0,518 - 3,0 \times 0,081 = 0,27 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

$$\lambda_o = 0,27 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}).$$

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 ($\omega=1,0\%$) $\lambda_A = 0,27+1,0 \times 0,081 = 0,35$ Вт/(м·°С).

10. Коэффициент теплопроводности в условиях эксплуатации Б ($\omega=2,0\%$) $\lambda_B = 0,27+2 \times 0,081 = 0,43$ Вт/(м·°С)

Вывод:

На основании проведенных испытаний коэффициент теплопроводности кирпича керамического пустотелого Keramik&Klinker 250×120×65 1НФ/150/1,3/100 по ГОСТ 530-2012 производства ООО «Магма Керамик» составил:

в кладке в сухом состоянии: $\lambda_0 = 0,27$ Вт/(м·°С),

в условиях эксплуатации А: $\lambda_A = 0,35$ Вт/(м·°С),

в условиях эксплуатации Б: $\lambda_B = 0,43$ Вт/(м·°С).

Инженер

Д.А. Макаров

Руководитель лаборатории к.т.н.

Г.И. Вайнгартен

