

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации  
Федеральное агентство по недропользованию РФ  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых»  
(ФГУП «ЦНИИГеолнеруд»)

**Аналитико-технологический сертификационный испытательный центр**

Аттестаты аккредитации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии:

№ РОСС RU.0001.510445 и САКР.RU.0001.441036

Аттестат аккредитации ИЛАС-АЛАС ААЦ «Аналитика» № ААС.А.00016

Аттестат признания компетентности испытательной лаборатории (Роснано) № РОСС RU.В503.04НЖ00.16.04.0020

Свидетельство о допуске к работам по инженерным изысканиям № СРО-И-026-02022010-00030

Лицензия федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № ВО-03-209-1594  
420097, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зинина 4,

Тел.: (843)2364793 факс: (843)2364704 e-mail:atsic@geolnerud.net

**ПРОТОКОЛ № 26(2)-Т/И-11**

определения теплотехнических характеристик фрагмента стены из крупноформатных керамических камней (на 5 листах)

Заказчик: ООО «Винербергер Кирпич»

Договор № 599/10

Объект исследования: камень керамический крупноформатный Porotherm-44

Дата проведения анализа: март 2011 г.

Методы анализа: определение теплопроводности ограждающих конструкций

**Сведения об изделии (данные Заказчика):**

- наименование: камень керамический крупноформатный Porotherm-44
- марка – М100,
- размеры – 440 × 250 × 219 мм;
- пустотность – 55,3 %;
- средняя плотность – 705 кг/м<sup>3</sup>;
- масса – 17 кг;
- производитель: ООО «Винербергер Кирпич»

**Сведения о фрагменте стены:** Кладка выполнена специалистами Заказчика.

- размеры фрагмента стены – 2000 × 2000 × 450 мм;
- двухстороннее покрытие толщиной 5мм из известково-цементной штукатурной смеси плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup>.
- вертикальное соединение – пазогребенный стык;
- горизонтальное соединение – швы толщиной 12 мм из кладочного раствора марки 50, средней плотности 1800 кг/м<sup>3</sup>; состав раствора: 1,0:0,9:8,0 (портландцемент М400 : известь : песок) по объему.

Руководитель ИТЭСИЦ

Руководитель ИИЦ

Т.З. Лыгина

А.В. Корнилов



Методы определения сопротивления теплопередаче основаны на создании в ограждающей конструкции условий стационарного теплообмена и измерении температуры внутреннего и наружного воздуха, температуры поверхностей ограждающей конструкции, а также плотности теплового потока, проходящего через нее, по которым вычисляют соответствующие искомые величины.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяют при испытаниях в лабораторных условиях в климатических камерах, в которых по обе стороны испытываемого фрагмента создают температурно-влажностный режим, близкий к расчетным зимним условиям эксплуатации, или в натуральных условиях эксплуатации зданий и сооружений в зимний период. Схему размещения первичных преобразователей температур и тепловых потоков составляют на основе проектного решения конструкции.

#### **Аппаратура и оборудование.**

Для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в лабораторных условиях использовалась теплоизолированная климатическая камера, состоящая из холодного отсека, в проем которого был вмонтирован испытываемый фрагмент, и приставного теплого отсека.

Для комплектации климатической камеры использовались компрессоры холодопроизводительностью 3,5 кВт по ОСТ 26-03-2039, устанавливаемые вне камеры, охлаждающие батареи холодильных установок, устанавливаемые внутри холодного отсека для охлаждения в нем воздуха и регуляторы температуры по ГОСТ 9987 для автоматического поддержания заданной температуры воздуха в камере.

Для измерения температур в качестве первичных преобразователей применялись медь-константановые термоэлектрические преобразователи по ГОСТ 6651. В качестве вторичных измерительных приборов использовался милливольтметр.

Для измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию, использовались тепломеры.

Для измерения температуры и относительной влажности воздуха использовался гигрометр психрометрический, также температура контролировалась с помощью стеклянных термометров расширения по ГОСТ 112 и ГОСТ 27544.

Для определения влажности материалов ограждающих конструкций применялись стаканчики типа СВ по ГОСТ 25336, сушильный электрошкаф по ОСТ 16.0.801.397, лабораторные образцовые весы с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104, эксикаторы по ГОСТ 25336, анализатор влажности МА-30-000V3 производства фирмы Startorius, Германия.

#### **Методика проведения испытаний.**

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 530-2007, ГОСТ 26254-84 и ГОСТ 25380-82 (1987).

В проем холодного отсека климатической камеры был вмонтирован испытываемый фрагмент шириной в один камень (характеристика камня и фрагмента стены приведены в начальных условиях испытаний).

Фрагмент кладки испытывался при 2-х разных значениях влажности материала (согласно ГОСТ 530-2007: при влажности не более 6% и при влажности от 1 до 3%).

Первичные преобразователи температур были установлены с обеих сторон ограждающей конструкции. Измерение плотности тепловых потоков проводилось с внутренней (теплой) стороны ограждающих конструкций (рис.1). Для определения сопротивления теплопередаче части ограждающей конструкции, равномерной по температуре поверхности,  $R_0$ , преобразователи температур и тепловых потоков устанавливались не менее чем в двух характерных сечениях с одинаковым проектным решением. Для определения сопротивления термодатчики

Руководитель АПСИЦ \_\_\_\_\_ Т.З. Лыгина

Руководитель ТИЦ \_\_\_\_\_ А.В. Корнилов



$E$  – значение э.д.с., мВ.

Для каждого тепломера рассчитывается среднеарифметическое значение показаний за период наблюдения. Определяется среднее значение плотности теплового потока через испытываемый фрагмент кладки  $q_{cp}$ , Вт/м<sup>2</sup>

По результатам испытаний определяется приведённое термическое сопротивление кладки  $R^{np}$  при фактической влажности во время испытаний:

$$R^{np} = \Delta t / q_{cp}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

По значению  $R^{np}$  определяется коэффициент теплопроводности кладки  $\lambda_{экс}$  при фактическом значении её влажности  $\omega$ .

$$\lambda_{экс}(\omega) = b / R^{np}, \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$$

где  $b$  – толщина кладки, м.

Проводятся аналогичные испытания фрагмента стены при другом значении влажности кладки.

Определяют изменение значения  $\lambda_{экс}$  на 1% влажности:

$$\Delta \lambda_{экс} = (\lambda_{экс 1} - \lambda_{экс 2}) / (\omega_1 - \omega_2)$$

Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии определяется по формуле:

$$\lambda_0 = \lambda_{экс}(\omega) - \omega \cdot \Delta \lambda_{экс}$$

Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии отдельно рассчитывается по значениям коэффициентов теплопроводности  $\lambda_{экс}(\omega_1)$  и  $\lambda_{экс}(\omega_2)$ :

$$\lambda_0^1 = \lambda_{экс}(\omega_1) - \omega_1 \cdot \Delta \lambda_{экс};$$

$$\lambda_0^2 = \lambda_{экс}(\omega_2) - \omega_2 \cdot \Delta \lambda_{экс}.$$

За результат принимается среднее значение:

$$\lambda_0 = (\lambda_0^1 + \lambda_0^2) / 2.$$

С использованием  $\Delta \lambda_{экс}$  вычисляется и значение коэффициента теплопроводности для конкретных условий эксплуатации:

$$\lambda_{A(B)} = \lambda_0 + \omega_{A(B)} \cdot \Delta \lambda_{экс}$$

### Результаты испытаний:

I. При влажности керамического камня в кладке – 3,4%.

Температура воздуха:

- в теплой зоне – 19,2 °С;

- в холодной зоне – -22,5 °С;

средняя температура поверхности фрагмента стены:

- в теплой зоне – 15,4 °С;

- в холодной зоне – -20,9 °С;

среднее значение разности температур по сторонам стены – 36,3 °С;

среднее значение плотности теплового потока – 12,78 Вт/м<sup>2</sup>;

термическое сопротивление кладки – 2,84 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки – 0,158 Вт/м·°С.

II. При влажности керамического камня в кладке – 2,4%.

Температура воздуха:

- в теплой зоне – 20,4 °С;

- в холодной зоне – -22,3 °С;

Руководитель АТСИЦ \_\_\_\_\_

Руководитель ТИЦ \_\_\_\_\_

Т.З. Лыгина

А.В. Корнилов



располагались в центре термически однородных зон керамического камня и дополнительно в местах с теплопроводными включениями, в углах, в стыках.

Перед установкой преобразователей теплового потока участки поверхности ограждающих конструкций зачищались до устранения видимых и осязаемых на ощупь шероховатостей. Преобразователь был плотно прижат по всей его поверхности к ограждающей конструкции и закреплен в этом положении – этим был обеспечен постоянный контакт преобразователя теплового потока с поверхностью исследуемых участков в течение всех последующих измерений. При креплении преобразователя между ним и ограждающей конструкцией не допускается образование воздушных зазоров. Для исключения их на участке поверхности в местах измерений наносился тонкий слой технического вазелина, перекрывающий неровности поверхности. Преобразователь закреплялся по его боковой поверхности при помощи пластилина.

Для исключения влияния наблюдателя на отсчетное устройство, оно помещалось за защитным экраном.

Замер плотности тепловых потоков, проходящих через фрагмент стены, проводился после установления стационарного режима теплообмена, определяемого по установлению постоянства разности температур на поверхностях стены и плотности теплового потока. Теплотехнические параметры фиксировались с интервалом 1 ч.

По окончании испытаний определялась влажность материалов испытываемых ограждающих конструкций. Пробы отбирались шляпбуром из стен на высоте 1,0-1,5 м от уровня пола. Пробы укладывались в бюксы и взвешивались на аналитических весах в момент их взятия. Высушивание проб до постоянной массы, взвешивание их и расчет влажности материалов выполнялись в соответствии с ГОСТ 24816.

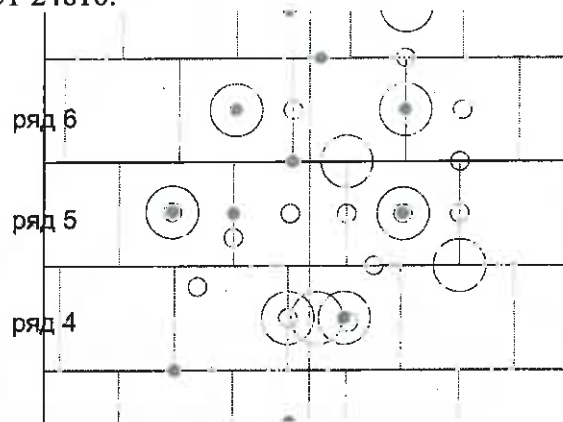


Рис. 1. Расположение преобразователей теплового потока.

#### Обработка результатов.

Для каждой термопары определяется среднеарифметическое значение показаний за период наблюдений. Разность температур на поверхностях стены рассчитывается как разность средне-взвешенных значений температур поверхностей стены:

$$\Delta t = t_0 - t_n, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

При использовании преобразователя теплового потока, совмещенного с милливольтметром для измерения э.д.с. плотность теплового потока, проходящего через преобразователь,  $q$ , рассчитывается по формуле:

$$q = c \cdot E, \text{ Вт/м}^2$$

где  $c$  - градуировочный коэффициент преобразователя при температуре испытаний, Вт/(м<sup>2</sup>·мВ); за среднюю температуру испытаний принимается температура поверхности ограждающей конструкции под преобразователем;

Руководитель АРФИЦ

Т.З. Лыгина

Руководитель ТИИ

А.В. Корнилов



средняя температура поверхности фрагмента стены:

-в теплой зоне – 16,1 °С;

-в холодной зоне – -20,8 °С;

среднее значение разности температур по сторонам стены – 36,9 °С;

среднее значение плотности теплового потока – 12,50 Вт/м<sup>2</sup>;

термическое сопротивление кладки – 2,95 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки – 0,152 Вт/м·°С.

#### Вывод:

На основании значений коэффициентов теплопроводности стены, полученных экспериментально при различных значениях влажности камня в кладке, были рассчитаны значения коэффициентов теплопроводности для абсолютно сухой стены и для стен в условиях эксплуатации А и Б.

Значения коэффициента теплопроводности кладки из керамического крупноформатного камня:

-абсолютно сухой стены ( $\omega=0\%$ ):  $\lambda_0=0,138$  Вт/м·°С;

-при условиях эксплуатации А ( $\omega=1,0\%$ ):  $\lambda_A=0,144$  Вт/м·°С;

-при условиях эксплуатации Б ( $\omega=1,5\%$ ):  $\lambda_B=0,147$  Вт/м·°С.

Необходимо учесть, что экспериментальные и расчётные значения коэффициента теплопроводности фрагмента стены могут несколько отличаться от фактических, замеренных в условиях эксплуатации зданий. Влияние на значение могут оказывать: климатические условия района, эксплуатационный режим помещений, технология производства строительных работ, качество кладочного раствора, фактическая воздухопроницаемость стен и другие факторы.

#### Перечень нормативно-технической документации:

1. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.
2. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.
3. ГОСТ 25380-82. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.

Испытываемый фрагмент кладки стены выложен «Заказчиком».

Исполнители: Николаев К.Г.

Дополнительные сведения: Отпечатано в 2х экземплярах. 1-й экземпляр, отпечатанный на бланке с логотипом, передан Заказчику, 2-й экземпляр передан в КДГ АТСИЦ. Копии протокола недействительны.

Дата выдачи протокола: 30.03.2011г.

Руководитель АТСИЦ

Т.З. Лыгина

Руководитель ТИЦ

А.В. Корнилов

