

Аттестаты аккредитации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии:

№ РОСС RU.0001.510445 и САРК.RU.0001.441036

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

Аттестат признания компетентности испытательной лаборатории (Роснано) № РОСС RU.B503.04НЖ00.16.04.0020

Свидетельство о допуске к работам по инженерно-экологическим изысканиям № СРО-И-26-030-1655010347-19022010

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 № 21-Т/И-10

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

**Заказчик:** ООО «Винербергер Куркачи»

**Договор №** 458/10 от 12.01.2010г

**Объект исследования:** камень керамический крупноформатный Porotherm-51

**Дата проведения анализа:** 9.03.2010 – 29.03.2010г

**Методы анализа:** определение теплопроводности ограждающих конструкций

### Сведения об изделии:

- наименование: камень керамический крупноформатный Porotherm-51
- марка – М100,
- размеры – 510 × 250 × 219 мм;
- пустотность – 53,4%;
- средняя плотность – 830 кг/м<sup>3</sup>;
- масса – около 23кг;
- производитель: ООО «Винербергер Куркачи»

### Сведения о фрагменте стены:

 Кладка выполнена специалистами Заказчика.

- размеры фрагмента стены – 2000 × 2000 × 550 мм;
- двухстороннее покрытие из теплоизоляционной штукатурной смеси толщиной 15-20мм.
- вертикальное соединение – пазогребенный стык;
- горизонтальное соединение – швы из цементно-известково-песчаного раствора толщиной 12мм;
- марка раствора – М50;
- плотность раствора – 1800кг/м<sup>3</sup>;
- осадка конуса цементно-песчаного раствора – 9см;
- соотношение компонентов раствора – 1: 0,9: 8 (цемент (ПЦ-400): известь: песок);



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 натурных 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).

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 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 плотно прижали по всей его поверхности к ограждающей конструкции и закрепили в этом положении, обеспечивая 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 был нанесен тонкий слой технического вазелина, перекрывающий неровности поверхности.

Преобразователь может быть закреплен по его боковой поверхности при помощи раствора строительного гипса, технического вазелина, пластилина, штанги с пружиной и других средств, исключающих искажение теплового потока в зоне измерения.

Необходимо исключить влияние наблюдателя на отсчетное устройство, для этого его поместили 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 шлямбуром из стен на высоте 1,0-1,5 м от уровня пола. Пробы укладывались в бюксы и взвешивались на аналитических весах в день их взятия. Высушивание проб до постоянной массы, взвешивание их и расчет влажности материалов выполнялись в соответствии с ГОСТ 24816.

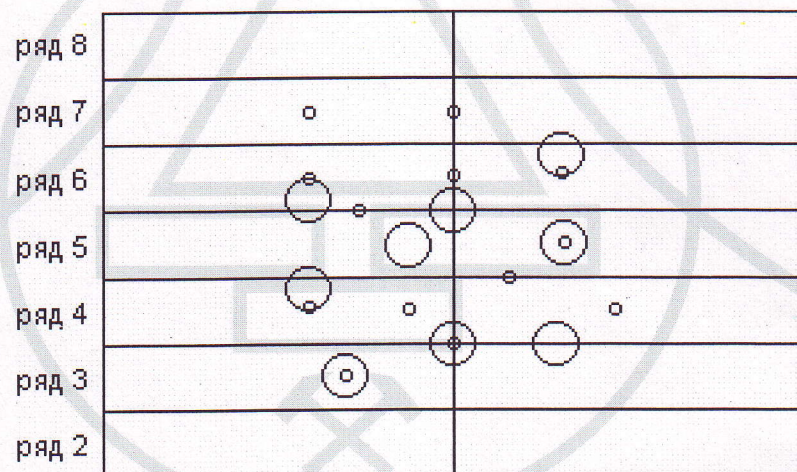


Рис. 1. Вид фрагмента стены с теплой стороны, охваченного датчиками теплового потока.

#### Обработка результатов.

Для каждой термопары определяют среднеарифметическое значение показаний за период наблюдений. Разность температур на поверхностях стены определяют как разность средневзвешенных значений температур поверхностей стены:

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

При использовании датчика теплового потока, совмещенного с милливольтметром для измерения э.д.с. плотность теплового потока, проходящего через преобразователь,  $q$ ,



рассчитывают 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 принимают температуру поверхности ограждающей конструкции под преобразователем;

$E$  - значение э.д.с., мВ.

Для каждого тепломера находят среднее значение показаний  $q_{cp}$ , Вт/м<sup>2</sup>.

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

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

По значению  $R^{np}$  определяют коэффициент теплопроводности кладки  $\lambda_{э\kappa\text{в}}$  при фактическом значении её влажности  $\omega$ .

$$\lambda_{э\kappa\text{в}}(\omega) = b / R^{np}, \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$$

где  $b$  - толщина кладки, м.

Проводят аналогичные испытания фрагмента стены при другом значении влажности кладки.

Определяют изменение значения  $\lambda_{э\kappa\text{в}}$  на 1% влажности:

$$\Delta \lambda_{э\kappa\text{в}} = (\lambda_{э\kappa\text{в} 1} - \lambda_{э\kappa\text{в} 2}) / (\omega_1 - \omega_2)$$

Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии определяется по формуле:

$$\lambda_0 = \lambda_{э\kappa\text{в}}(\omega) - \omega \cdot \Delta \lambda_{э\kappa\text{в}}$$

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

$$\lambda_0^1 = \lambda_{э\kappa\text{в}}(\omega_1) - \omega_1 \cdot \Delta \lambda_{э\kappa\text{в}};$$

$$\lambda_0^2 = \lambda_{э\kappa\text{в}}(\omega_2) - \omega_2 \cdot \Delta \lambda_{э\kappa\text{в}}.$$

За результат принимается среднее значение:

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

С использованием  $\Delta \lambda_{э\kappa\text{в}}$  вычисляется и значение коэффициента теплопроводности для конкретных условий эксплуатации:

$$\lambda_{A(B)} = \lambda_0 + \omega_{A(B)} \cdot \Delta \lambda_{э\kappa\text{в}}.$$

### Результаты испытаний:

I. При влажности керамического камня в кладке - 2,6%.

Температура воздуха:

- в теплой зоне - 17,6 °C;

- в холодной зоне - -23,7 °C;



средняя температура поверхности фрагмента стены:

- в теплой зоне – 14,3 °С;
- в холодной зоне – -22,8 °С;

среднее значение плотности теплового потока – 10,41 Вт/м<sup>2</sup>;

термическое сопротивление кладки – 3,56 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки – 0,155 Вт/м·°С.

II. При влажности керамического камня в кладке – 1,8%.

Температура воздуха:

- в теплой зоне – 17,8 °С;
- в холодной зоне – -24,0 °С;

средняя температура поверхности фрагмента стены:

- в теплой зоне – 14,6 °С;
- в холодной зоне – -23,0 °С;

среднее значение плотности теплового потока – 10,33 Вт/м<sup>2</sup>;

термическое сопротивление кладки – 3,64 м<sup>2</sup>·°С/Вт;

эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки – 0,151 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 ( $\omega=0\%$ ):  $\lambda_0=0,143$  Вт/м·°С;
- при условиях эксплуатации А ( $\omega=1,0\%$ ):  $\lambda_A=0,147$  Вт/м·°С;
- при условиях эксплуатации Б ( $\omega=1,5\%$ ):  $\lambda_B=0,150$  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 теплоте передаче 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:** Пермяков Е.Н., 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:** 29.03.2010г.

Руководитель АТСИЦ \_\_\_\_\_

Руководитель ТИЦ \_\_\_\_\_

Г.З. Лыгина

А.В. Корнилов

