

Испытательная лаборатория

"НВ-Стройиспытания"

наименование испытательного центра (лаборатории)

в составе

ООО "ВНИИСТРОМ-НВ"

140050, п. Красково, Московская обл., ул. К. Маркса, 117

наименование и адрес юридического лица

Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21СА07

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №5И

19 января 2018 года

Заказчик

АО «БИОТЕХ»
404171, Волгоградская обл., Светлоярский р-н, р.п.
Светлый Яр, ул. Студенческая, д. 8.

**Наименование продукции,
производитель**

Камень керамический пустотелый с пазогребневым соединением КМ-пг торговой марки ТЕРМОБЛОК 20.

Цель испытания

Определение коэффициента теплопроводности в кладке: в сухом состоянии, при условиях эксплуатации А, при условиях эксплуатации Б.

Дата поступления

01.12.2017 г.

Дата испытаний

01.12.2017– 18.01.2018 г.

Сведения об образцах

Размеры камней 200 мм x 400 мм x 219 мм
Класс средней плотности – 1,0
Группа по теплотехническим характеристикам (п.5.2.2. ГОСТ 530-2012) - «эффективные»

Методика испытаний

ГОСТ 530-2012, ГОСТ 26254-84

Маркировка ИЛ

17.143Р

Испытания проведены на фрагменте стены размером 180 см x 155 см x 21 см.

Количество камней в кладке – 32 шт. (8 рядов по 4 шт.).

В горизонтальных швах раствор укладывали на строительную сетку с ячейками 5x5мм, толщина швов – 12 мм, плотность кладочного раствора в сухом состоянии – 950 кг/м³.

Вертикальные швы - без раствора. Толщина штукатурного слоя – около 5 мм, плотность штукатурного раствора в сухом состоянии – 1050 кг/м³.

Средняя плотность камня в сухом состоянии – 909 кг/м³.

Результаты испытаний: представлены в Приложении 1 на 10 листах

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Коэффициент теплопроводности фрагмента кладки из крупноформатного камня ТЕРМОБЛОК 20 (изготовитель: АО «БИОТЕХ») при средней плотности камня 909 кг/м³, плотности кладочного раствора в сухом состоянии 950 кг/м³, плотности штукатурного раствора в сухом состоянии 1050 кг/м³ и средней плотности кладки в сухом состоянии 918 кг/м³ составляет:

- в сухом состоянии – 0,263 Вт/(м*°С)
- при условиях эксплуатации А (влажность кладки – 1,5%) - 0,341 Вт/(м*°С)
- при условиях эксплуатации Б (влажность кладки – 3%) – 0,419 Вт/(м*°С)

Руководитель ИЛ «НВ-Стройиспытания», к.т.н.

М.П.

А.Н. Сапелин



РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КЛАДКИ ИЗ КАМНЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ТЕРМОБЛОК 20

(Изготовитель: АО «БИОТЕХ»)

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КАМНЕЙ

Общий вид камня представлен на фото.1.

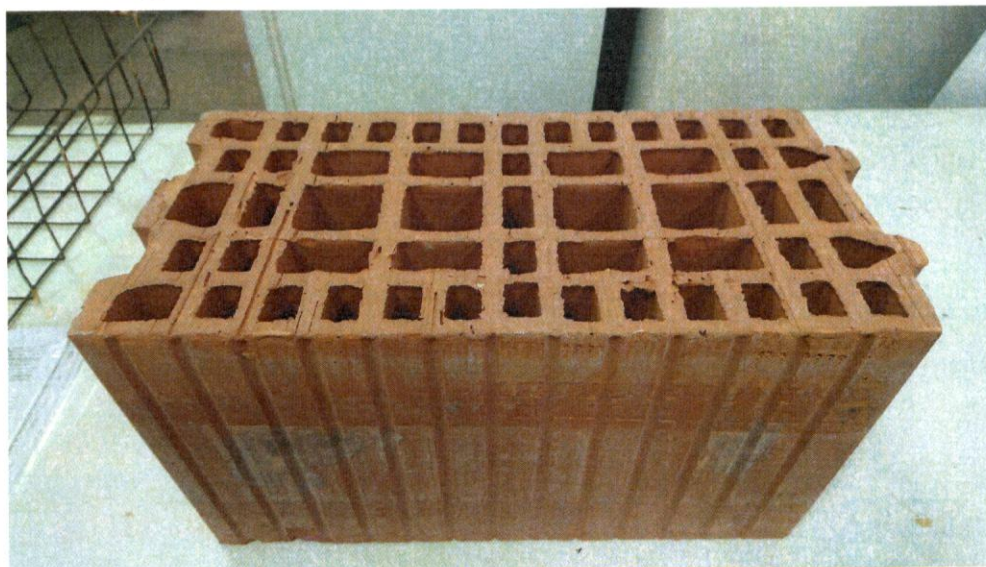


Фото 1 - Камень формата 9,0 НФ

Размеры камня: 200 мм х 400мм х 219 мм

Объем камня: 0,01752 м³

Средняя масса камня: 15,926 кг.

Средняя плотность камня: 0,909 т/м³

Класс средней плотности: 1,0.

Группа изделий по теплотехническим характеристикам: «эффективные».

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ФРАГМЕНТА СТЕНЫ

В соответствии с ГОСТ 530-2012 п. 7.14. кладка фрагмента стены выполнена толщиной в один камень (0,21м) с использованием продольных половинок камней для перевязки рядов. Кладку вели по технологии без заполнения раствором пустот камней и вертикальных швов кладки. Для этого по горизонтальной поверхности каждого ряда камней укладывали строительную сетку с ячейками 5×5 мм.

Для кладки использовали сухую известково-цементную кладочную смесь. Плотность затвердевшего раствора в сухом состоянии - 0,950 т/м³. Толщина горизонтальных швов составила 1,2 см. Внутренняя и наружная поверхности фрагмента стены были затерты штукатурным раствором толщиной 0,5 см средней плотностью в сухом состоянии 1,050 т/м³.

Длина фрагмента стены – 1,55 м, высота – 1,80 м, толщина – 0,21 м.

Средняя плотность камня в сухом состоянии – 909 кг/м³.

Средняя плотность кладочного раствора в сухом состоянии – 950 кг/м³.

Средняя плотность штукатурного раствора в сухом состоянии – 1050 кг/м³.

Средняя плотность кладки в сухом состоянии при толщине горизонтальных швов 12 мм, толщине штукатурного раствора по 5 мм с обеих сторон, составила 918 кг/м³.

3. ПАРАМЕТРЫ ИСПЫТАНИЙ. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Температуру в теплой зоне камеры 18-23 °С обеспечивали с помощью маслонаполненного электрорадиатора с автоматическим регулятором температуры. Температура в холодной зоне камеры во время испытаний поддерживалась на уровне от -25 до -29 °С с помощью морозильной установки. Плотность тепловых потоков измеряли тепломерами, температуру на внутренней и наружной поверхностях стены и температуру воздуха измеряли с помощью датчиков температуры. Относительная влажность воздуха измерялась и записывалась теплографом с помощью датчика относительной влажности воздуха.

3.1. ТЕПЛОГРАФ

3.1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Измерительно-регистрирующий комплекс «Теплограф» предназначен для определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (ГОСТ 26254), блоков оконных и дверных (ГОСТ 26602.1), а также для комплексного обследования различных объектов с целью определения их теплозащитных свойств и выявления дефектов теплоизоляции.

При исследовании объектов прибор может выполнять продолжительный мониторинг нескольких каналов температуры и тепловых потоков (ГОСТ 25380)

3.1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Количество обслуживаемых датчиков	8.....128
Количество адаптеров, подключаемых к центральному блоку	1.....8
Количество датчиков, подключенных к одному адаптеру	1.....8
Максимальное количество регистрируемых отсчетов	100 000
Длительность регистрируемого процесса	Не ограничена
Период сохранения отсчетов, задаваемый пользователем:	
- минимальный, сек	20
- максимальный	59

Время непрерывной работы от комплекта свежезаряженных аккумуляторов, сут.	30
Параметры для различных используемых датчиков	
➤ Термопара ХК:	
Диапазон измерения температуры, °С	-50...+600
Основная погрешность измерения, %	1,0
➤ Термопара ХА:	
Диапазон измерения температуры, °С	-50...+1000
Основная погрешность измерения, %	1,0
➤ Датчик температуры DS18S20	
Диапазон измерения, °С	-55...+125
Основная погрешность измерения, %	0,3
➤ Датчик теплового потока	Определяется
Диапазон измерения, Вт/ м ² .	градуировкой
Основная погрешность измерения, %	Определяется градуировкой
➤ Датчик относительной влажности:	
Диапазон измерения, %	0...100
Основная погрешность измерения, %	2,0

3.2. К теплографу с помощью специальной программы подключён компьютер с принтером.

3.3. Морозильная установка.

3.4. Весы электронные UW 4200H с точностью измерения 0,01 г.

3.5. Электрический шкаф СНОЛ-3.5, отрегулированный на 100⁰С.

3.6. Шлямбур диаметром 25 мм, длиной 500 мм.

3.7. Термоанемометр TESTO-40S-V1 для определения скорости воздушного потока.

3.8. Закладные датчики влажности.

4. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

Коэффициент теплопроводности определяли по ГОСТ 530-2012, ГОСТ 26254.

Перед испытанием на наружной и внутренней поверхностях кладки в центральной зоне установлено пять датчиков температуры по действующему нормативному документу. Дополнительно на внутренней поверхности кладки установлено пять тепломеров по действующему нормативному документу. Датчики температуры и тепломеры были установлены так, чтобы они охватывали различные зоны тычковой поверхности камня, а также горизонтального и вертикального швов.

Теплотехнические параметры фиксировали после наступления стационарного теплового состояния кладки, которое определяли по датчикам температуры, дополнительно установленным

внутри кладки на середине толщины стены и на расстоянии 6 см от внутренней поверхности. Измерение параметров производили с интервалом 1 минута в течении 24 часов, не ранее чем через трое суток после включения климатической камеры (всего 1440 значений).

Для каждого тепломера и датчика температуры определяли среднеарифметическое значение показаний за период наблюдений q_i и t_i . По результатам испытаний вычисляли средневзвешенные значения температуры наружной и внутренней поверхностей кладки $t_{\text{н}}^{\text{ср}}$, $t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ с учетом площади ложкового и тычкового измеряемых участков, а также вертикального и горизонтального участков растворных швов по формуле

$$t_{\text{н(в)}}^{\text{ср}} = (\sum t_i F_i) / (\sum F_i), \quad (1)$$

где t_i - температура поверхности в точке i , °С;

F_i - площадь i -го участка, м².

Схема установки датчиков температуры с холодной стороны представлена на фото 2.

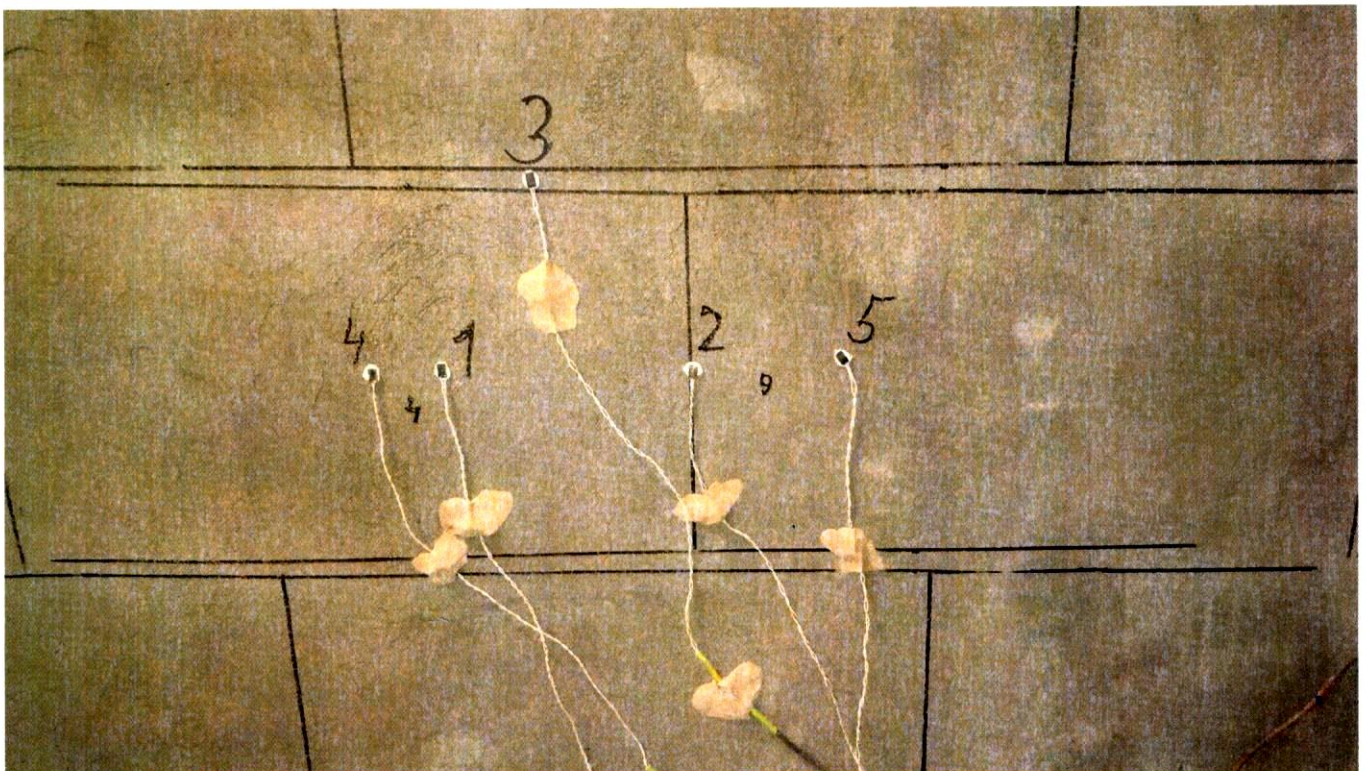


Фото 2.

Схема установки тепломеров представлена на рис.1

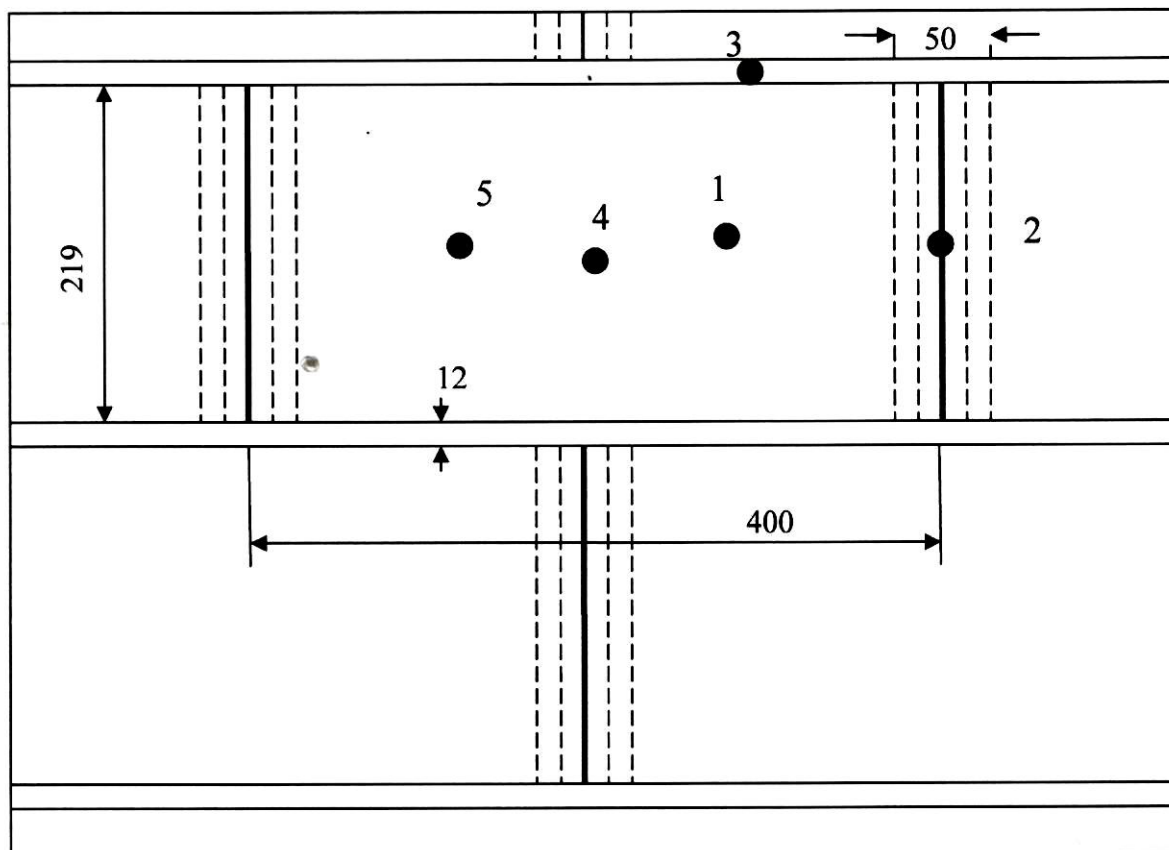


Рис.1. Схема установки тепломеров

Процент площади измеряемых участков представлен в табл.1

Таблица 1

№ тепломера	Участок	% от общей площади
1	Ложок со сквозной сплошной керамикой	19.0
2	Вертикальный стык вместе с наружной стенкой камня	11.9
3	Горизонтальный шов	5.2
4	Ложок с зоной захвата с большими квадратными пустотами	47.3
5	Ложок со смешанными пустотами// сплошной сквозной керамикой	16.6
Всего:		100

По результатам испытаний определяли термическое сопротивление кладки $R_{\text{к}}^{\text{ип}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, с учетом фактической влажности во время испытаний по формуле

$$R_{\text{к}}^{\text{ип}} = \Delta t / q_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где $\Delta t = t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{к}}^{\text{ср}}$, °C ;

$q_{\text{ср}}$ - среднее значение плотности теплового потока через испытываемый фрагмент кладки, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

По значению $R_K^{пр}$ вычисляли эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки $\lambda_{экр}(\omega)$, Вт/(м·°C), по формуле

$$\lambda_{экр}(\omega) = \delta / R_K^{пр}, \quad (3)$$

где δ - толщина кладки, м.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

В таблице 2 представлены средние значения результатов измерений плотности тепловых потоков (q , Вт/м²), температуры внутренней и наружной поверхностей фрагмента стены, температуры внутреннего и наружного воздуха, относительной влажности воздуха в теплой зоне климатической камеры. На основании полученных данных рассчитаны: перепад температуры между внутренней и наружной поверхностями фрагмента стены (Δt , °C); термическое сопротивление кладки ($R = \Delta t / q$) и эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки ($\lambda_{экр} = 0,21 \text{ м} / R$), где 0,21 м – толщина стены.

1	Дата – 28.12.17, время	Плотность теплового потока, Вт/м ²					Температура внутренней поверхности, °С					Температура наружной поверхности, °С					Δt , °С	$R_{M,20}^{\circ C}$ Вт	λ экв, Вт/м°С	Температ ура воздуха °С		Отно сител ьная влаж ность возд уша, %
		q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉	t ₁₀				нару жн	вн утр	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Среднее (1440 зн.)	73.1	79.3	77.2	67.5	72.6	11.6	11.1	11.6	11.6	11.6	25.7	25.2	25.8	25.5	25.5				-28.6	19.9	41
2	S%	19	11.9	5.2	47.3	16.6	19	11.9	5.2	47.3	16.6	19	11.9	5.2	47.3	16.6						
3	Средневз вешенное значение	71.3					11.7					-25.5					37.2	0.522	0.402			

Примечание:

1. Влажность кладки 2,68 %

2. Расчеты $q_{ср.вз}$ и $t_{ср.вз}$ сделаны в соответствии с площадью участков (S %) , на которых установлены тепломеры и датчики температуры.

Влажность кладки после первого этапа испытаний, определенная по пробам, взятым из фрагмента стены с помощью шлямбура, замеренная с помощью закладных датчиков неразрушающего контроля, составила в среднем 2,68%. При этой влажности термическое сопротивление кладки $R = 0,522 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки $\lambda_{\text{эkv}} = 0,402 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$.

Перед вторым этапом испытаний фрагмент стены подвергли интенсивной сушке с помощью калориферов и вентилятора с периодическим доведением температуры воздуха с внутренней и наружной сторон фрагмента стены до 60-80 °С. Результаты второго этапа измерений тепловых потоков, температуры воздуха и поверхностей фрагмента стены представлены в таблице 3, в которой также приведены расчеты термического сопротивления и коэффициента теплопроводности кладки. Влажность кладки после второго этапа испытаний, определённая по пробам, взятым из фрагмента стены с помощью шлямбура, замеренная с помощью закладных датчиков неразрушающего контроля, составила в среднем 1,70 %. При этой влажности термическое сопротивление кладки $R = 0,599 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а эквивалентный коэффициент теплопроводности кладки $\lambda_{\text{эkv}} = 0,351 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КЛАДКИ В СУХОМ СОСТОЯНИИ

Определяем изменения значения $\lambda_{\text{эkv}}$ на 1 % влажности по формуле:

$$\Delta \lambda_{\text{эkv}} = (\lambda_{\text{эkv1}} - \lambda_{\text{эkv2}}) / (\omega_1 - \omega_2). \quad (4)$$

$$\Delta \lambda_{\text{эkv}} = (0,402 - 0,351) / (2,68 - 1,70) = 0,052041$$

Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии λ_0 , Вт/(м·°С), вычисляем по формуле:

$$\lambda_0 = \lambda_{\text{эkv2}} - \omega_2 \cdot \Delta \lambda_{\text{эkv}} \quad (5)$$

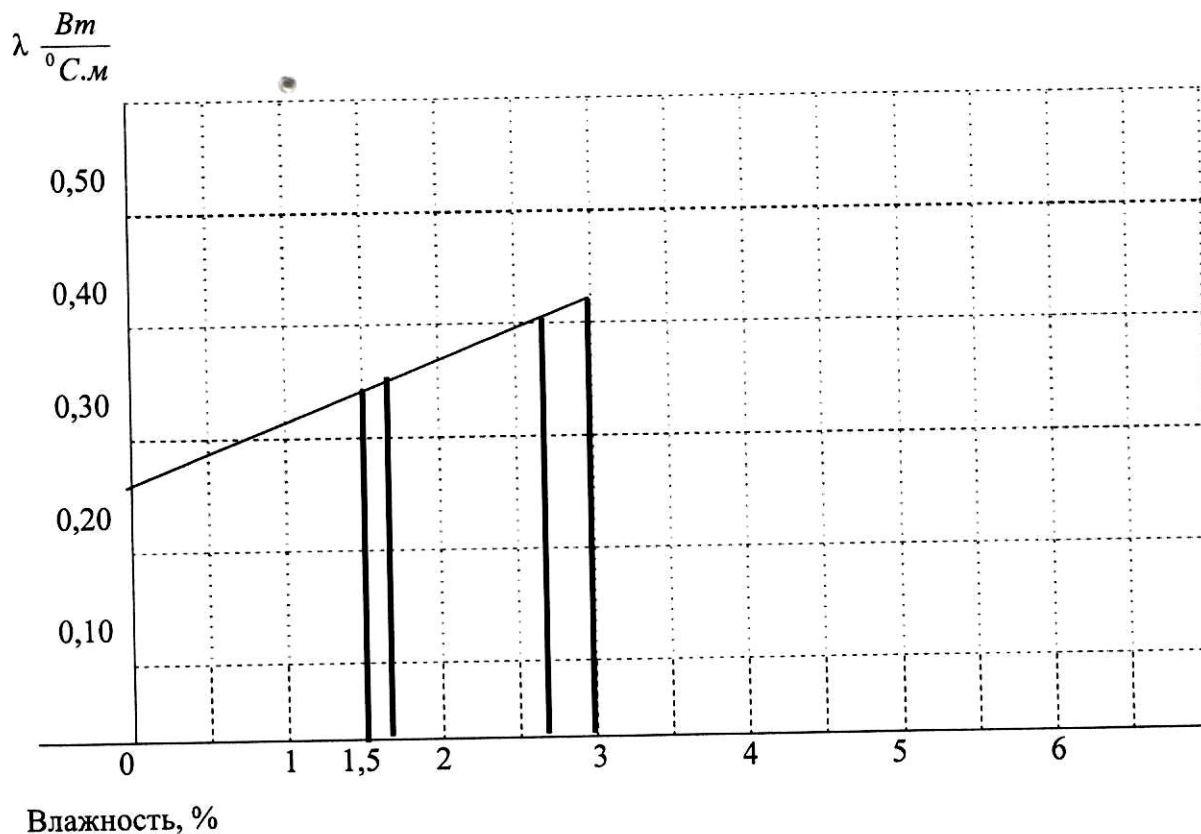
$$\lambda_0 = 0,351 - 1,70 \times 0,052041 = 0,263$$

Определяем коэффициент теплопроводности при условии эксплуатации А (влажность равна 1,5 %):

$$\lambda_{\text{эkv}} (1,5\%) = 0,263 + 1,5 \times 0,052041 = 0,341$$

Определяем коэффициент теплопроводности при условии эксплуатации Б
(влажность равна 3 %):

$$\lambda_{\text{экв}} (3\%) = 0,263 + 3 \times 0,052041 = 0,419$$



А Б Условия эксплуатации

Рис. График зависимости эквивалентного коэффициента теплопроводности от влажности кладки

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Коэффициент теплопроводности фрагмента кладки из крупноформатного камня ТЕРМОБЛОК 20 (изготовитель: АО «БИОТЕХ») при средней плотности камня 909 кг/м^3 , плотности кладочного раствора в сухом состоянии 950 кг/м^3 , плотности штукатурного раствора в сухом состоянии 1050 кг/м^3 и средней плотности кладки в сухом состоянии 918 кг/м^3 составляет:

- в сухом состоянии – $0,263 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{С)}$
- при условиях эксплуатации А (влажность кладки – 1,5%) – $0,341 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{С)}$
- при условиях эксплуатации Б (влажность кладки – 3%) – $0,419 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{С)}$

Руководитель работ
Инженер

А.А. Никитенко