

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**Науково-дослідний центр
«Ресурсозберігаючі технології»**

Свідоцтво №141/2 від 30. 05. 2005р.

Україна, 03056, Київ-56, просп. Перемоги, 37

Тел./факс: (044) 241-8609

Тел. (044) 241-6870

E-Mail: admin@rst.kiev.ua



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF UKRAINE
"KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE"

**Resources-Saving Technique
Research Centre**

Sertificate №141/2 від 30. 05. 2005р.

37 Peremogy Avenue, Kyiv-56, 03056, UKRAINE

Tel./fax: +(380 44) 241-8609,

Tel. +(380 44) 241-6870

E-Mail: admin@rst.kiev.ua

**Экспертное заключение по применению
композиции полимерминеральной для теплоизоляционных покрытий
«КЕРАМОИЗОЛ»**

выполнено по договору № 9/111

**Руководитель работ
Д.Т.Н., проф.**



Панов Е.Н.

2007

Содержание

№ п/п	Название раздела	Стр
1	Экспериментальная оценка коэффициента теплопроводности	3
2	Экспериментальные измерения	3
3	Результаты измерений	4
4	Математическое моделирование стеновых конструкций, покрытых материалом КЕРАМОИЗОЛ	4
5	Оценка суммарного (приведенного) термического сопротивления многослойной стенки	5
6	Оценка удельного расхода теплоты на отопление	8
7	Результаты математического моделирования стеновых конструкций, покрытых материалом КЕРАМОИЗОЛ	8
8	Анализ полученных результатов	10
	Выводы и рекомендации	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ. «Свідотцтво на право проведення енергетичних обстежень»	

Техническое задание:

1. Выполнить экспериментальную оценку коэффициента теплопроводности материала «КЕРАМОИЗОЛ».
2. Выполнить вариантыные расчеты теплового состояния здания на базе математического моделирования конструкций с применением «КЕРАМОИЗОЛА».

1. Экспериментальная оценка коэффициента теплопроводности материала «КЕРАМОИЗОЛ» выполнялись на лабораторной установке ИТ-4 (№421/2), внешний вид и разрез которой показаны на рис.1.

Установка предназначена для измерения коэффициента теплопроводности твердых и сыпучих материалов в диапазоне до 2 Вт/(м·К).

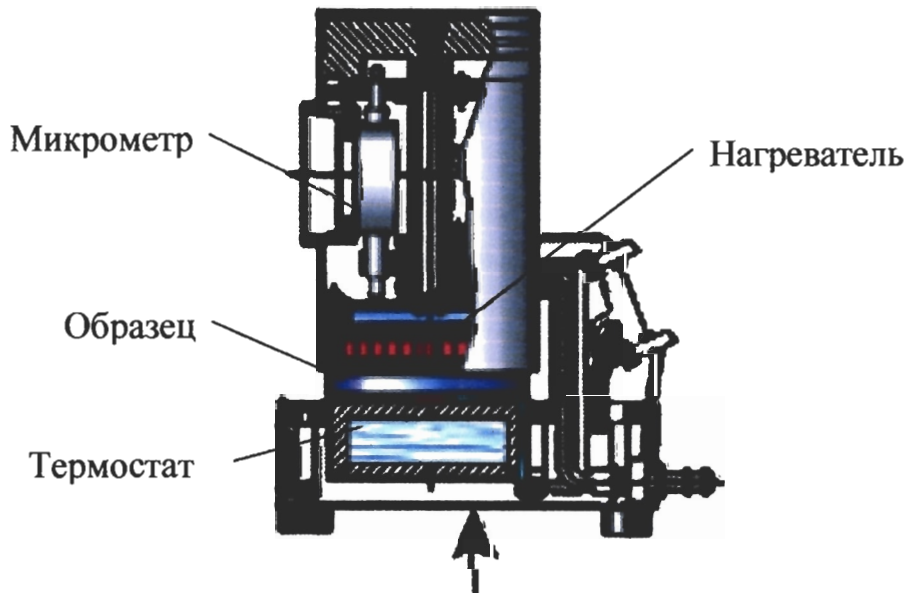


Рис.1. Прибор для измерения теплопроводности твердых тел ИТ-4.

2. Экспериментальные исследования проводились с плоскими образцами круглой формы, полученными в специальных формах. Поверхности образцов выравнивались с целью обеспечить плоскостность граней. Общий вид образца показан на рис.2.

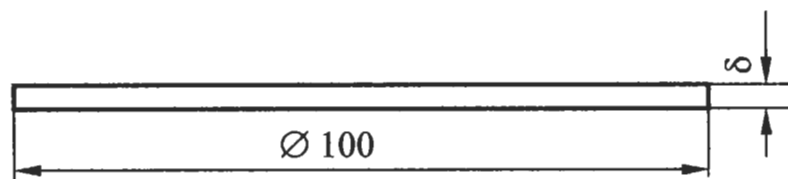


Рис.2. Образец для измерения теплопроводности.

Для измерений были изготовлены 2 образца диаметром 100 мм и толщинами $\delta_1 = 0,5$ мм; $\delta_2 = 1,5$ мм.

Толщины образцов измерялись микрометром и усреднялись согласно принятой методике в инструкции к прибору ИТ-4. Погрешность измерения толщины составляет 0,02 мм.

3. Результаты измерений.

Результаты экспериментальной оценки коэффициента теплопроводности материала «КЕРАМОИЗОЛ» на установке ИТ-4 не противоречат приведенным паспортным данным на материал «КЕРАМОИЗОЛ», а также данным, полученным испытательной лабораторией Института химической технологии и промышленной экологии (аттестат аккредитации №UA 6.002.T.338 от 20.06.2004 г.).

4. Математическое моделирование стеновых конструкций, покрытых материалом «КЕРАМОИЗОЛ».

Математическая модель основана на решении стационарного уравнения теплопроводности методом конечных элементов. Решение выполнено для 3-х мерной геометрической модели, включающей около 50 000 конечных элементов. Геометрическая модель представлена на рис.3.

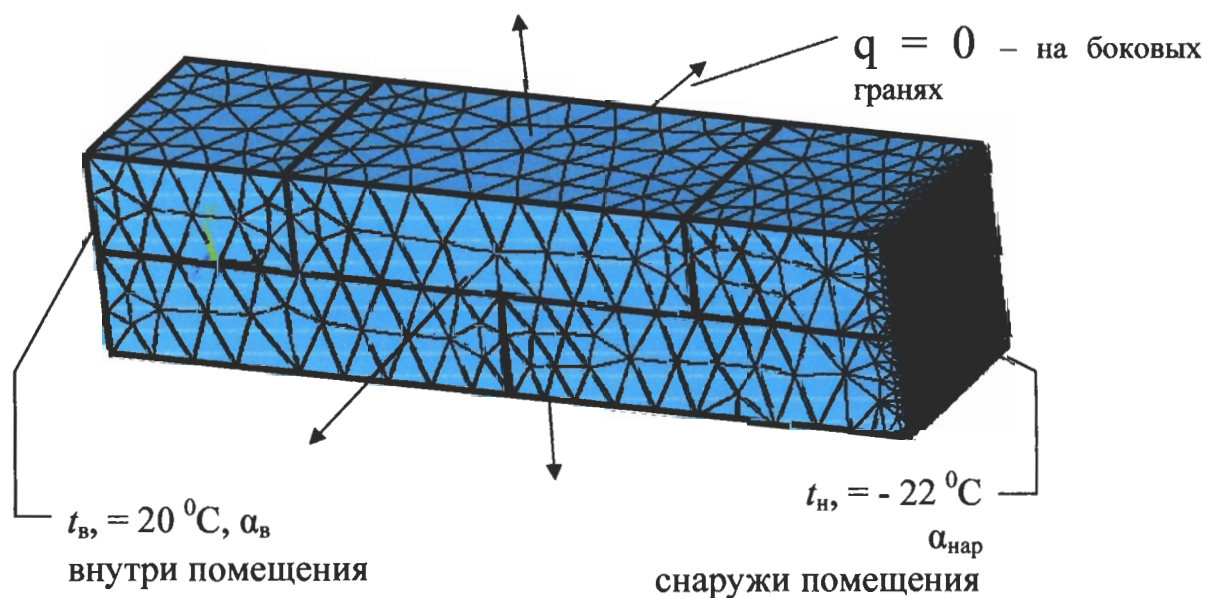


Рис.3. Геометрическая модель расчетного элемента конструкции стены с граничными условиями.

Исходные данные для моделирования:

4.1. Кладка кирпичная стеновая из полнотелого кирпича толщиной 0,51...0,64 м. Теплофизические свойства по ДБН В.2.6-31:2006 (Приложение Л).

4.2. Теплоизоляция наружная из материала «КЕРАМОИЗОЛ» толщиной 2 мм. Теплофизические свойства по ТУ У 24.6-32396113-001-2006

Температура внутри помещения согласно таблице Г.2 ДБН В.2.6-31:2006 принимается, $t_{вн} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температура наружного воздуха согласно Приложению Ж ДБН В.2.6-31:2006 принимается, $t_{вн} = -22^{\circ}\text{C}$.

Коэффициенты теплоотдачи, Вт/(м²·К):

- от воздуха внутри помещения к внутренней поверхности стены рассчитываются по [Тепло- им массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник/Под ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.] и данным таблицы Приложения Е ДБН В.2.6-31:2006;

- от наружной стены к окружающему воздуху рассчитываются по [Тепло- им массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник/Под ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.] и данным таблицы Приложения Е ДБН В.2.6-31:2006;

4.3. Согласно ДБН В.2.6-31:2006 (Тепловая изоляция зданий) применение материала «КЕРАМОИЗОЛ» соответствует общим положениям указанного документа в части пунктов 1.2, 1.3, 1.4.

Применение материала «КЕРАМОИЗОЛ» в качестве наружного покрытия стен сооружений соответствует требованиям раздела «Проектирование теплоизоляционной оболочки зданий по теплотехническим показателям и элементам».

5. Оценка суммарного (приведенного) термического сопротивления многослойной стенки выполнялась по известным зависимостям [Тепло- им массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник/Под ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.] с учетом рекомендаций ДБН В.2.6-31:2006 (Тепловая изоляция зданий) Додатки Е и Л.

5.1. Исходные данные для расчета.

- стенка из полнотелого кирпича (силикатного на цементно-песчаном растворе);

- внутренняя поверхность покрыта штукатуркой слоем до 20 мм; наружная поверхность штукатурки оклеена обоями;

- наружная поверхность стенки покрыта слоем материала КЕРАМОИЗОЛ толщиной 2...2,5 мм.

При расчетах принимались во внимание контактные термические сопротивления слоев.

Суммарное термическое сопротивление многослойной стенки вычисляется по формуле

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{in}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{out}} \quad (1)$$

где R_{Σ} - суммарное термическое сопротивление, $\text{м}^2/(\text{Вт}\cdot\text{К})$; $\frac{1}{\alpha_{in}}, \frac{1}{\alpha_{out}}$ -

термические сопротивления теплоотдачи от воздуха внутри помещения к стенке и от наружной поверхности стенки к окружающему воздуху, соответственно,

$\text{м}^2/(\text{Вт}\cdot\text{К})$; $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ - суммарное термическое сопротивление слоев стенки, δ_i ,

толщина отдельного слоя, м ; λ_i - теплопроводность отдельного слоя. $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Результаты расчетов показаны на графике (рис.4)

Приведенное термическое сопротивление многослойной
стенки, покрытой материалом КЕРАМОИЗОЛ

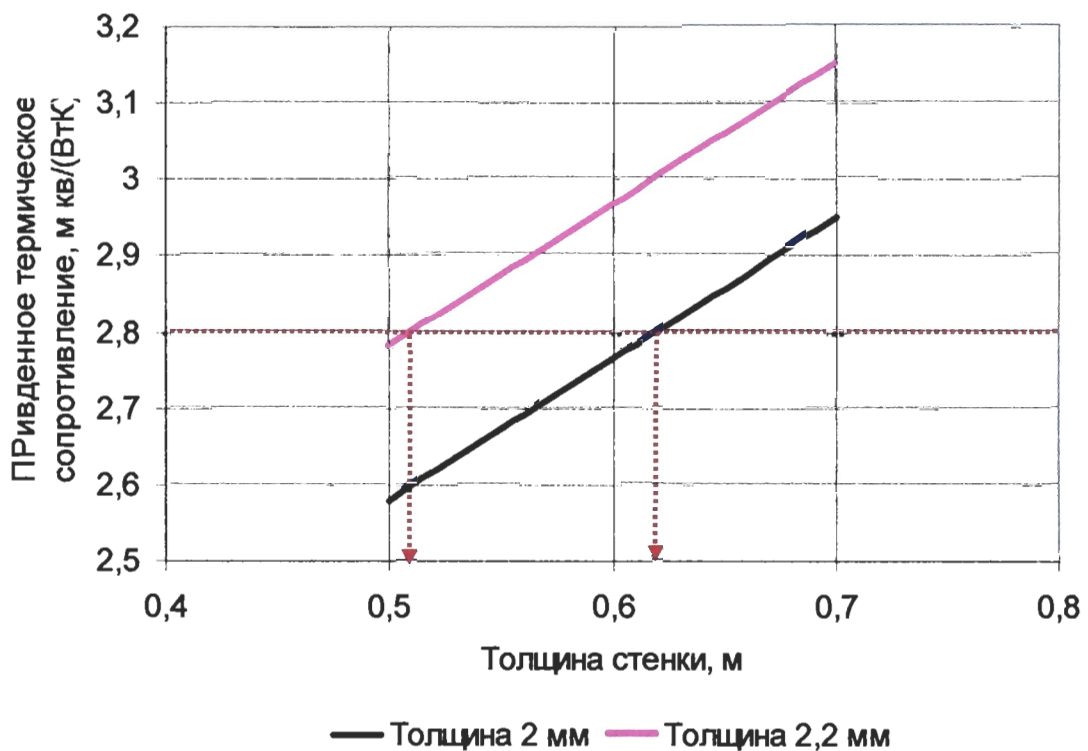


Рис.4 Оценка термического сопротивления стенки с наружным слоем материала КЕРАМОИЗОЛ толщиной 2 и 2,2 мм.

Из рисунка видно, что при толщине слоя КЕРАМОИЗОЛ 2 мм теплоизоляционные свойства стенки удовлетворяют условиям $R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}$ (по п.2.1 ДБН В.2.6-31:2006) при толщине стенки 0,64 м и, соответственно, при толщине слоя КЕРАМОИЗОЛ 2,2 мм теплоизоляционные свойства стенки удовлетворяют условиям тем же условиям $R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}$ (по п.2.1 ДБН В.2.6-31:2006) при толщине стенки 0,51 м

$$R_q \gg R_q min$$

6. Согласно требованиям раздела 3 «Проектирование теплоизоляционной оболочки по расходу теплоты на отопление» (ДБН В.2.6-31:2006) удельный расход теплоты на отопление должен отвечать условию

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}} \quad (2)$$

где $q_{\text{буд}}$ – расчетные или фактические удельные теплотопотери, которые определяются по п.3.2 (ДБН В.2.6-31:2006),

E_{max} – максимально допустимое значение удельных теплотопотерь на отопление здания за отопительный период, кВт·час/м² или кВт·час/м³, что устанавливается согласно таблице 4, 5 (ДБН В.2.6-31:2006).

Выполнение условия (2) для здания, которое проектируется или эксплуатируется проверяется на основании энергетического аудита здания или с помощью математических моделей теплового режима здания (п.3.2, ДБН В.2.6-31:2006).

Для удобства сопоставления тепловых потоков удельные теплотопотери $q_{\text{буд}}$ приведены к единице времени и представляют собой плотность теплового потока, проходящего в единицу времени через 1 м² стенки. В дальнейшем изложении обозначается q .

Принимая по Таблице 4 (п.3.3 ДБН В.2.6-31:2006) наибольшее теплотопотребление $E_{\text{max}} = 94$ кВт·час/м² получим в пересчете на плотность теплового потока $q = 26,1$ Вт/м²

7. Результаты математического моделирования стеновых конструкций, покрытых материалом «КЕРАМОИЗОЛ».

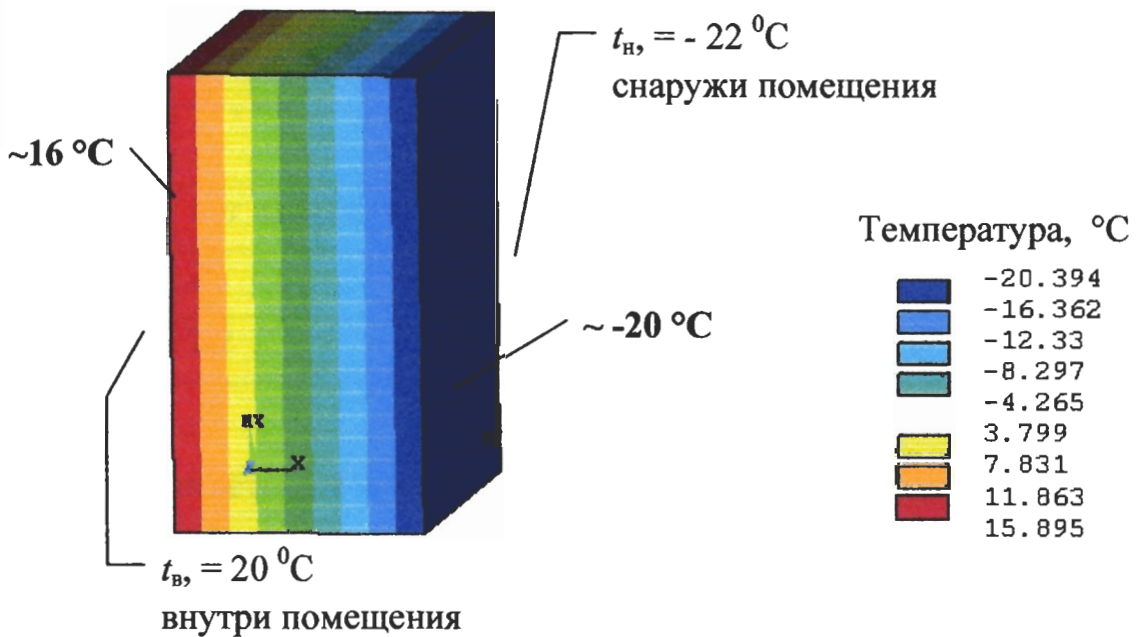
Расчеты выполнялись для следующих конструкций стен (Табл.1)

Таблица 1

Конструкции стены

Вариант	1 слой	2 слой	3 слой
	Вид покрытия, толщина слоя δ_k , мм / Коэффициент теплопроводности, λ_k , Вт/(м К)	Кирпичная кладка, толщина	КЕРАМОИЗОЛ, толщина покрытия, мм
База	Штукатурка, 15 мм / 0,12	Силикатный кирпич, 510 мм и 640 мм	нет
1	Штукатурка, 15 мм / 0,12	Силикатный кирпич, 510 мм	2,2
2	Штукатурка, 12 мм / 0,12	Силикатный кирпич, 640 мм	2

Результаты математического моделирования теплового состояния наружных стен, покрытых материалом «КЕРАМОИЗОЛ» показаны на рис.5 - 7



Плотность теплового потока на внутренней стенке $q = 36,95 \text{ Вт/м}^2$

Рис.5. Расчетное поле температур через кирпичную стенку (кладка кирпичная стеновая из полнотелого кирпича толщиной 0,51 м.). Базовый вариант.

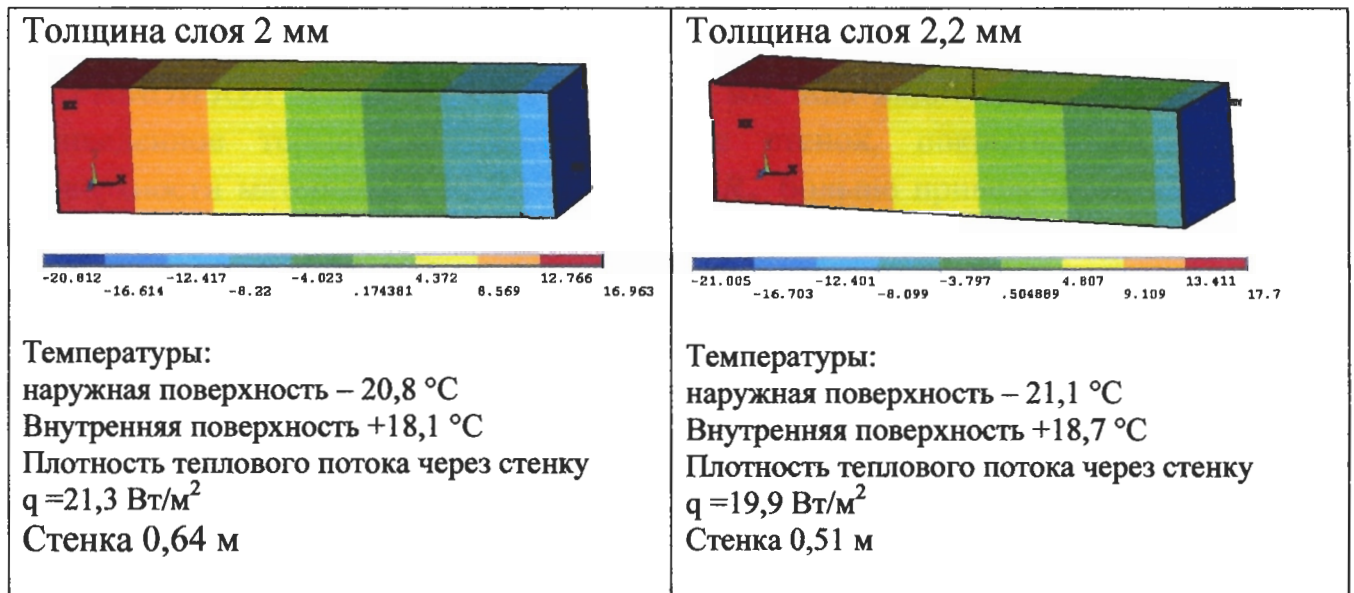


Рис.6,7. Расчетное поле температур через кирпичную стенку (кладка кирпичная стеновая из полнотелого кирпича толщиной 0,51 м и 0,64 м.). Покрытие КЕРАМОИЗОЛ на наружной поверхности стенки

8. Анализ полученных результатов.

8.1. Основные результаты расчетов сведены в таблицу 2

Таблица 2

Вариант	Толщина слоя теплоизоляции δ_k , мм	Температура, °С		Плотность теплового потока, q , Вт/м ²	Рисунок
		поверхность стенки внутри помещения	поверхность стенки снаружи помещения		
База	нет изоляции	16	-20	36,95	Рис.5
Вариант 1	2	18,1	-20,8	21,3	Рис.6
Вариант 2	2,2	18,7	-21,1	19,9	Рис.7

8.2. Соответствие полученных данных требованиям ДБН В.2.6-31:2006

Оценка $R_{q \min}$ – минимально допустимого значения теплопередачи непрозрачной ограждающей конструкции (м²·К/Вт), показывает:

А) базовая стенка

$$R_q = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} = \frac{0,55}{0,56} \approx 0,98 < 2,0,$$

что существенно ниже приведенного в таблице 1 (п.2.2 ДБН В.2.6-31:2006) ($R_{q \min} = 2,0$), тепловые потери в окружающую среду в этом случае больше нормативных и необходимо устанавливать дополнительное термическое сопротивление в виде теплоизоляционного слоя на наружной поверхности стены

В) Варианты 1, 2. Базовая стенка с теплоизоляцией из материала КЕРАМОИЗОЛ толщиной слоя 2 мм, 2,2 мм. Как видно из графиков на рис.4 приведенное термическое сопротивление стенок, покрытых на наружной поверхности материалом КЕРАМОИЗОЛ R_q , больше приведенного в таблице 1 (п.2.2 ДБН В.2.6-31:2006) для 1 климатической зоны $R_{q \min} = 2,8$; т.о., предлагаемая тепловая изоляция, обеспечивает соответствие теплового состояния стенки здания требованиям ДБН.

8.3. Соответствие допустимым по санитарно-гигиеническим требованиям разность температуры воздуха внутри помещения и температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_{cr} , °С (таблица 3 раздела 2 «Проектирование теплоизоляционной оболочки зданий по теплотехническим показателям ее элементов»).

Согласно данным таблицы для категорий зданий:

а) жилых зданий, детских учреждений, школ и интернатов принимается $\Delta t_{cr} = 4$ °С;

б) общественных зданий, кроме указанных выше, административных, бытовых принимается $\Delta t_{cr} = 5$ °С;

в) производственных зданий с сухим и нормальным режимами эксплуатации принимается $\Delta t_{cr}=7$ °С.

Таким образом:

- 1) базовый вариант без теплоизоляции не вполне удовлетворяет требованиям ДБН для зданий категории, обозначенной выше как а); по сути $\Delta t_{cr} > 4$ °С по результатам расчета; можно сказать, что данный вариант является предельным;
- 2) стенки, покрытые теплоизоляцией удовлетворяют требованиям ДБН в части $\Delta t_{cr} < 4$ °С.

8.4. Сопоставление по значениям тепловых потоков через стенку.

Как было вычислено выше, E_{max} – максимально допустимое значение удельных теплотерь на отопление здания за отопительный период может быть представлено, как $q = 26,1$ Вт/м².

В этот норматив укладываются оба варианта покрытия.

Выводы и рекомендации.

1. Математическое моделирование теплообмена через стенку, покрытую слоем теплоизоляционного материала КЕРАМОИЗОЛ, выполненное в соответствии с п.3.2, ДБН В.2.6-31:2006, дало следующие результаты:

- применение материала «КЕРАМОИЗОЛ» соответствует общим положениям ДБН В.2.6-31:2006 (Тепловая изоляция зданий) в части пунктов 1.2, 1.3, 1.4;

- оценка R_{qmin} – минимально допустимого значения теплопередачи непрозрачной ограждающей конструкции (м²·К/Вт) по п.2.2 ДБН В.2.6-31:2006, показывает, что для материала «КЕРАМОИЗОЛ» расчетное термическое сопротивление стенки с теплоизоляцией R_q соответствует требованиям, предъявляемым к допустимым термическим сопротивлениям наружных стен и, т.о., предлагаемая тепловая изоляция, обеспечивает соответствие теплового состояния стенки здания требованиям ДБН;

- расчетные данные по разности температур «воздух в помещении-внутренняя поверхность стенки» для стенок, покрытых теплоизоляцией «КЕРАМОИЗОЛ» лежат в пределах $\Delta t_{cr} < 4$ °С и, следовательно удовлетворяют требованиям ДБН в части соответствия допустимым по санитарно-гигиеническим требованиям разность температуры воздуха внутри помещения и температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_{cr} , °С (таблица 3 раздела 2 «Проектирование теплоизоляционной оболочки зданий по теплотехническим показателям ее элементов»).

2. По результатам расчетов можно рекомендовать следующие конструктивные исполнения наружных стен с покрытием материалом КЕРАМОИЗОЛ:

2.1. Стенка из силикатного кирпича толщиной 0,51 м; внутренняя отделка – штукатурка до 20 мм; наружное покрытие – КЕРАМОИЗОЛ толщиной 2,2 мм (расчет) соответствует нормативному требованию сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций стен согласно ДБН В.2.6-31:2006 равному 2,8 м кв./ВтК.

2.2. Стенка из силикатного кирпича толщиной 0,64 м; внутренняя отделка – штукатурка до 20 мм; наружное покрытие – КЕРАМОИЗОЛ толщиной 2 мм (расчет) соответствует нормативному требованию сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций стен согласно ДБН В.2.6-31:2006 равному 2,8 м кв./ВтК.

Исполнитель
к.т.н., с.н.с. НИЦ «РТ»
Национального технического
университета Украины «КПИ»



Шилович И.Л.

Державний комітет України з енергозбереження

Центральна група енергетичного аудиту

С В І Д О Ц Т В О № 141/2

Центральна група з енергетичного аудиту відповідно до Тимчасового положення про порядок проведення енергетичного обстеження підприємств і атестації спеціалізованих організацій на право його проведення, затвердженого наказом Державного Комітету України з енергозбереження від 12 травня 1997 року № 49 і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 2 вересня 1997 року за № 375/2179, та Положення про порядок організації енергетичних обстежень, затвердженого наказом Державного комітету України з енергозбереження від 09.04.1999 р. № 27 і зареєстрованого в Міністерстві юстиції 12.05.1999 року за № 301/3594, засвідчує, що кваліфікація фахівців, а також матеріально-технічне оснащення НДЦ "Ресурсозберігаючі технології" Національного політехнічного
університету України ^(назва спеціалізованої організації) "Київський політехнічний інститут" відповідають вимогам, встановленим для організацій, що займаються веденням енергетичних обстежень. Рішенням Центральної групи енергетичного аудиту від 30 листопада 2005 р.
НДЦ "Ресурсозберігаючі технології" Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" ^(назва спеціалізованої організації) надається право ведення енергетичних обстежень.

Дата видачі свідоцтва — 12/03/2009 р.

Голова Центральної групи енергетичного аудиту



Київський

Місто Київ, 30 листопада 2005

Свідоцтво дієсне до 12 березня 2009 р.

Відповідальний секретар

П.С. Турчинський

Ресстраційний № 141/2

Копія зєрка

Директор ННУ

Танов Е.М.

