

УДК 69.04:699.86

## КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕПЛОРАСЧЕТ СТЕН ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Б.С. Матозимов, Б.С. Ордобаев, Ж.Ы. Маматов, Ж.Ш. Кожобаев, Т.К. Муктаров

Выполнен комплексный теплотехнический расчет стен экспериментального жилого дома по программе BASESTOK 2.

Ключевые слова: теплотехнический; расчет; теплопередача; сопротивление; теплоизоляция; конструкция; температура.

## COMPLEX HEAT CALCULATION OF WALLS FOR AN EXPERIMENTAL HOUSE

B.S. Matozimov, B.S. Ordobaev, Zh.Y. Mamatov, Zh.Sh. Kozhobaev, T.K. Muktarov

A complex heat technical calculation of walls for experimental apartment house was made using the program BASESTOK 2.

Key words: heating engineering; calculation; heat transfer; resistance; heat-insulation; construction; temperature.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций заключается в определении необходимой толщины теплоизоляции и конструктивных слоев ограждения, обеспечивающих сопротивление теплопередачи, равное нормированному значению общего приведенного сопротивления теплопередач  $R_{тр}$  (рисунки 1, 2). Ограждающей стеновой конструкцией является глинобитная стена толщиной  $\delta = 250$  мм. Для теплоизоляции выбрали пенопласт с теплопроводностью  $\lambda = 0,06$  (Вт/м<sup>2</sup>×°С) [1].

Определяем требуемое нормативное сопротивление теплоотдачи конструкций по СНиП II-3-79\*\*  $R_{тр}$  – наружной стены:

$$R_{тр} = \frac{n(t_{в} - t_{н})}{\Delta t_{н} \times \alpha_{в}}, \quad (1)$$

где  $t_{в}$  – температура внутреннего воздуха, °С, принимается в зависимости от назначения здания = 20 (°С);

$t_{н}$  – температура наружного воздуха, °С, принимается в зависимости от района строительства здания = -23 (°С);

$n$  – коэффициент, зависящий от расположения рассчитываемой конструкции, горизонтальный или вертикальный = 1;

$\Delta t_{н}$  – температурный перепад между внутренними и наружными конструкциями = 6 (°С);

$\alpha_{в}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций = 8,7;

$$R_{тр} = \frac{1(20 - (-23))}{6 \times 8,7} = \frac{43}{52,2} = 0,8 \text{ (м}^2 \times \text{°С/Вт)}.$$

Определим общее расчетное сопротивление теплопередачи  $R_o$  – наружной стены:

$$R_o = (1/\alpha_{в} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{н}); \quad (2)$$

$\alpha_{н}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций = 23 [2];

$\delta$  – толщина каждого слоя (м);

$\delta_{1,4}$  – толщина штукатурки 0,015 (м);

$\delta_2$  – толщина глинобитной стены 0,25 (м);

$\delta_3$  – толщина пенопласта 0,05 (м);

$\lambda_n$  – теплопроводность материала (Вт/м<sup>2</sup>×°С);

$\lambda_{1,4}$  – теплопроводность штукатурки 0,76 (Вт/м<sup>2</sup>×°С);

$\lambda_2$  – теплопроводность глинобитной стены 0,7 (Вт/м<sup>2</sup>×°С);

$\lambda_3$  – теплопроводность пенопласта 0,06 (Вт/м<sup>2</sup>×°С).

$$R_o = (1/8,7 + 0,015/0,76 + 0,25/0,7 + 0,015/0,76 + 0,05/0,06 + 1/23) = 1,38 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С/Вт)}.$$

Полученная величина приравнивается к общему сопротивлению теплопередачи ограждения:

$$R_o = 1,38 \geq R_{тр} 0,8. \quad (3)$$

Конструкция стены, теплоизоляция с данными толщинами удовлетворяют конструктивным тре-

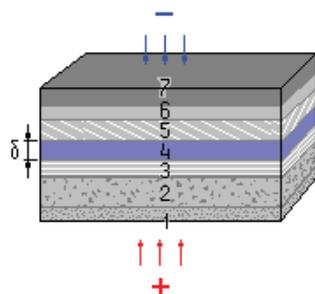


Рисунок 1 – Эскиз ограждающей конструкции

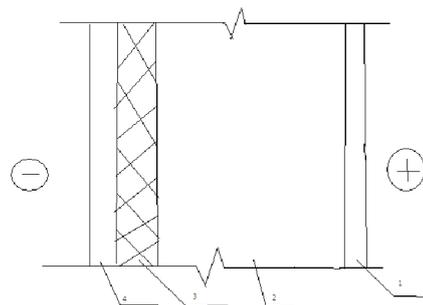


Рисунок 2 – Расчетная схема стены конструкции



Рисунок 3 – Первоначальные этапы утепления экспериментального жилого дома

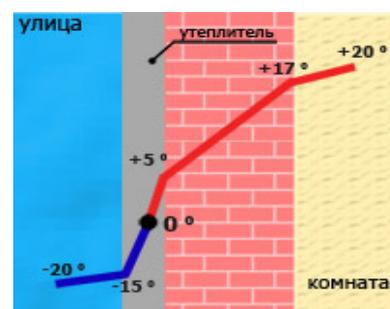


Рисунок 4 – Расчетная схема утепления

бованиям и требованиям теплоизоляции (рисунки 3, 4) [3].

**Утепление стен выполнено снаружи помещения**

1. Стены не подвержены перепаду температур, сохраняют тепло.

2. Точка росы выведена во внешний теплоизолирующий слой, благодаря чему исключена возможность образования конденсата, стена остается сухой [4].

**Значительно сокращены теплопотери**

Результаты расчетов приводятся на графике (рисунки 5, 6).

Результаты расчетов приводятся в отчете в виде тестового файла [5].

**Результаты расчета**

**Теплотехнический расчет ограждающих конструкций**

**Исходные данные**

Тип здания – Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты

Тип конструкции – Наружная стена

Условия эксплуатации ограждения

Температура наружного воздуха – -23 град.

Температура внутреннего воздуха – 18 град.

Средняя температура отопительного периода – 0,9 град.

Продолжительность отопительного периода – 157 дней

**Характеристика ограждения**

Номер слоя	Толщина, м	Наименование	Величина ед. измерения	Материал слоя
1 слой	0,015	Теплопроводность	0,76 Вт/(м*град)	Штукатурка сложным раствором
2 слой	0,25	Теплопроводность	0,70 Вт/(м*град)	Глинобитная
3 слой	0,05	Теплопроводность	0,06 Вт/(м*град)	Пенопласт
4 слой	0,015	Теплопроводность	0,76 Вт/(м*град)	Штукатурка сложным раствором
5 слой	0	Теплопроводность	1 Вт/(м*град)	Нулевой
6 слой	0	Теплопроводность	1 Вт/(м*град)	Нулевой
7 слой	0	Теплопроводность	0,00 Вт/(м*град)	Пустая

Файл Справочники Расчеты

### Условия эксплуатации ограждения

Температура воздуха

наружного: -23 град.

внутреннего: 18 град.

Отопительный период

Средняя температура: 0,9 град.

Продолжительность: 157 дней

Состояние материала

Сухое  Эксплуатируемое

Зона влажности: Нормальная

Режим помещения: Нормальный

Влажность помещения: 55 %

### Характеристики ограждения

7-го слоя	0	0,00	Пустая	<input type="checkbox"/>
6-го слоя	0	1	[EditValue is ...]	<input type="checkbox"/>
5-го слоя	0	1	[EditValue is ...]	<input type="checkbox"/>
4-го слоя	0,015	0,76	Штукатурка...	<input type="checkbox"/>
3-го слоя	0,05	0,06	Пенопласт	<input checked="" type="checkbox"/>
2-го слоя	0,25	0,70	Глинобитная	<input checked="" type="checkbox"/>
1-го слоя	0,015	0,76	Штукатурка...	<input type="checkbox"/>

Требуемое сопротивление ограничения теплопередачи: 0,8 м<sup>2</sup>град./Вт

Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности: 23 Вт/(м<sup>2</sup>град.)

### Тип здания

Жилые, лечебно-профилактические и детские учре...

Тип ограждающей конструкции: Наружная стена

Высота здания: 3

### Расположение

Область: Чуйская

Город: Бишкек

Расчет на теплоустойчивость

Расчет на паропроницаемость

Расчет на воздухопроницаемость

Рисунок 5 – Расчеты на теплоустойчивость, паропроницаемость и воздухопроницаемость по программе BASESTOK 2

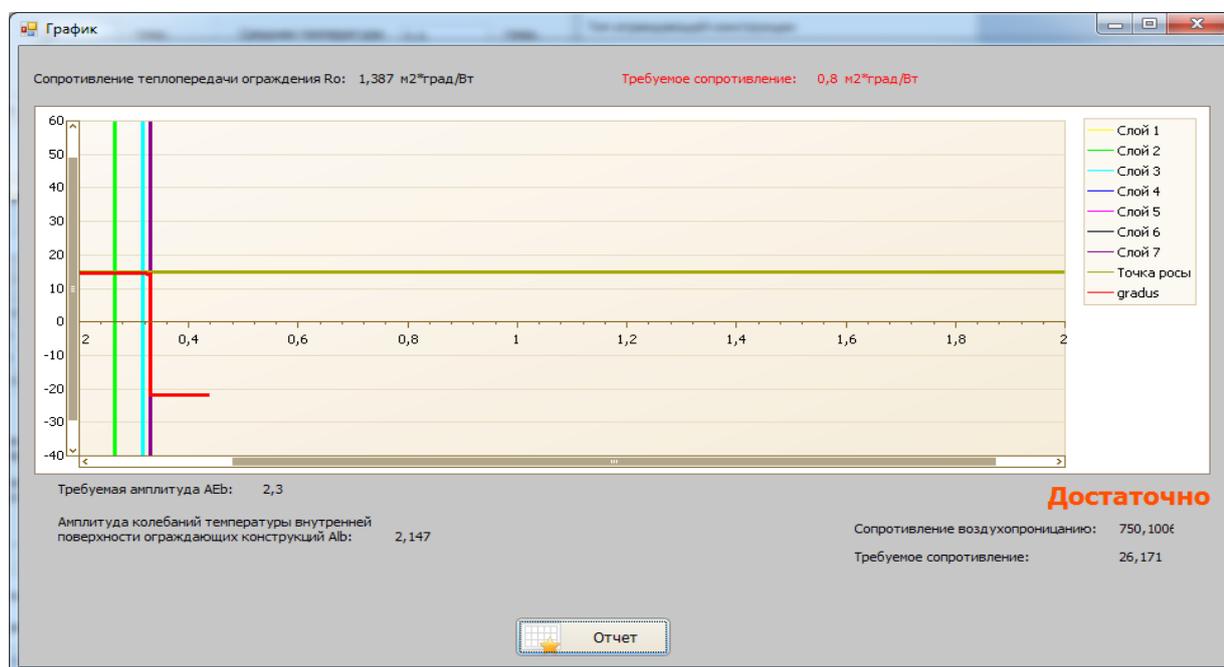


Рисунок 6 – График результатов расчета

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности – 8,78 Вт/(м<sup>2</sup>·град)

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности – 23 Вт/(м<sup>2</sup>·град)

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче – 0,8 м<sup>2</sup>·град/Вт

*Режим работы ограждающей конструкции:*

Сухой

Режим помещений – Нормальный (55 %)

Зона влажности – Нормальная

*Требуется произвести:*

Проверку ограждения на сопротивление теплопередаче

Расчет ограждающей конструкции на теплоустойчивость

Расчет ограждающей конструкции на воздухопроницаемость

Среднемесячная температура за июль – 23 град.

Амплитуда суточных колебаний воздуха в июле месяце – 23 град.

Минимальная скорость ветра за июль – 1,8 м/с

Значение суммарной солнечной радиации:

➤ максимальное 250 Вт/м<sup>2</sup>;

➤ среднее Вт/м<sup>2</sup>;

Коэффициент поглощения солнечной радиации – 0

Давление водяного пара:

➤ периода с отрицательными температурами 2174 Па;

➤ среднегодовое 0,2 Па;

Высота здания до верха вытяжной шахты – 3 м;

Минимальная скорость ветра за январь – 5 м/с.

Температура на контакте слоев ограждения

Точка измерения температуры	Величина ед. измерения
На внутренней поверхности стены	14,63 град.
Между 1 и 2 слоями	14,63 град.
Между 2 и 3 слоями	14,63 град.
Между 3 и 4 слоями	14,63 град.
Между 4 и 5 слоями	14,05 град.
Между 5 и 6 слоями	-21,72 град.
Между 6 и 7 слоями	-21,72 град.
На наружной поверхности стены	-21,72 град.

## Выводы

Сопротивление ограждения теплопередаче – Достаточно

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче – 0,8 м<sup>2</sup>·град./Вт.

Фактическое (приведенное) сопротивление ограждения теплопередаче – 1,387 м<sup>2</sup>·град./Вт.

Фактическое сопротивление воздухопроницаемости – 750,100657 м<sup>2</sup>·ч·Па/кг

Нормируемое сопротивление воздухопроницаемости – 26,171 м<sup>2</sup>·ч·Па/кг

Сопротивления воздухопроницаемости – Достаточно

Амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности – 2,147 град.

Нормируемая амплитуда колебаний температуры поверхности – 2,3 град.

Теплоустойчивость ограждающей конструкции – Достаточна.

## Литература

1. *Матозимов Б.С.* Архитектурно-строительная физика в сейсмостойком строительстве: монография. / Б.С. Матозимов, Б.С. Ордобаев. Бишкек: Айат, 2014. 160 с.
2. *Матозимов Б.С.* Модифицированный глинистый материал с пенополистиролом / Б.С. Матозимов, Ж.Ы. Маматов, Б.С. Ордобаев и др. Патент № 1593 от 31 октября 2013 года.
3. *Кутуев М.Д.* Тепловая защита зданий в условиях Кыргызстана: научно-метод. пособие / М.Д. Кутуев, Б.С. Матозимов, И.К. Манапбаев. Бишкек: КГУСТА, 2013. 104 с.
4. *Матозимов Б.С.* Сейсмо моделирование ограждающих конструкций гражданских зданий с учетом теплотехнических требований / Б.С. Матозимов // Вестник КГУСТА. 2013. № 3 (41). С. 206–209.
5. *Маматов Ж.Ы.* Анализ результатов серии экспериментов малоэтажных зданий, проведенных на сейсмоплатформе КГУСТА им. Н. Исанова / Ж.Ы. Маматов, Б.С. Ордобаев, Б.С. Матозимов и др. // Вестник КГУСТА. 2013. № 3 (41). С. 219–225.