

УДК 666.9.043.2
МРНТИ 67.11.41

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГОАКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ С ЭКРАННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

АЛДИЯРОВ Ж.А., ЖАНАБАЙ Н.Ж., УСЕНКУЛОВ Ж.А., УТЕЛБАЕВА А.Б.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований наружного ограждения с энергоактивной панелью и с теплоотражающим экраном. Эксперименты проведены на фрагменте ограждения методом тепловизионного контроля и анализа термограмм поверхности энергоактивной панели. Показано, что наличие теплоотражающего экрана в конструкции ограждения позволяет долгое время поддерживать высокую разницу температур теплоносителя в панели, а также достигается рост расхода теплоносителя в процессе обогрева помещения.

Ключевые слова: теплоизолирующая свойств ограждающих конструкций, теплоотражающий материал, теплоотражающий экран, алюминиевая фольга, теплоотражающие покрытия

ЭКРАНДЫҚ ОҚШАУЛАМАСЫ БАР СЫРТҚЫ ҚОРШАУДЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа: Сыртқы қоршаудың энергоактивті панелі мен жылу шағылыстырғыш экраны бар эксперименталдық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылған. Эксперименттер тепловизионды бақылау және энергия активті панель бетінің термограммаларын талдау әдісімен қоршау фрагментінде жүргізілді. Қоршау конструкциясында жылуоқшаулағыш экранның болуы ұзақ уақыт бойы панельдегі жылу тасығыштың температурасының жоғары айырмашылығын ұстап тұруға мүмкіндік беретіні, сондай-ақ ғимаратты жылыту процесінде жылу тасығыштың шығынының өсуіне қол жеткізілетіні көрсетілген.

Түйінді сөздер: қоршау конструкцияларының жылуоқшаулағыш қасиеттері, жылушағылыстырғыш материал, жылушағылыстырғыш экран, алюминий фольга, жылушағылыстырғыш жабындар

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF ENERGY-ACTIVE STRUCTURES OF EXTERNAL FENCING WITH SCREEN INSULATION

Abstract: The results of experimental studies of an external fence with an energy-active panel and a heat-reflecting screen are presented. Experiments were carried out on a fragment of the fence by thermal imaging control and analysis of thermo grams of the surface of the energy-active panel. It is shown that the presence of a heat-reflecting screen in the fence structures allows for a long time to maintain a high temperature difference of the heat carrier in the panel, as well as an increase in the flow of heat carrier in the process of heating the room.

Key words: heat-insulating properties of enclosing structures, heat- reflecting material, heat-reflecting screen, aluminum foil, heat-reflecting coatings

Анализ опыта в решении проблемы энергосбережения показывает, что сокращение потерь тепловой энергии при отоплении зданий достигается повышением сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [1-4].

Одним из перспективных направлений по повышению теплоизолирующих свойств ограждающих конструкций является устройство дополнительного теплоотражающего покрытия, способного отражать тепловое излучение. Традиционно в качестве теплоотражающего материала используют алюминиевую фольгу, различные лакокрасочные композиции, покрытия на основе полимеров, стекланных или керамических микросфер [2, 5].

Объектом экспериментального исследования является разработанная энергоактивная конструкция ограждения с теплоотражающим экраном в конструкции.

Проведение экспериментальных исследований разработанных энергоактивных конструкций наружного ограждения нацелено на обоснование эффективности применения в ограждающих конструкциях зданий теплоотражающего экрана.

На основе цели исследования эксперименты были разбиты на следующие этапы:

– проведение испытаний энергоактивной конструкции ограждения без теплоотражающего

экрана на фрагменте многослойного стенового ограждения;

– проведение испытаний энергоактивной конструкции наружного ограждения с теплоотражающим экраном на фрагменте многослойного стенового ограждения;

– обработка и анализ полученных экспериментальных данных по испытаниям энергоактивной конструкции наружного ограждения с теплоотражающим экраном.

Экспериментальные исследования проводились на фрагменте стенового ограждения с энергоактивной панелью с теплоотражающим экраном (рис.1), выполненной в масштабе 1:1 к натурной конструкции ограждения и обеспечивающей вариантное решение энергоактивной панели.

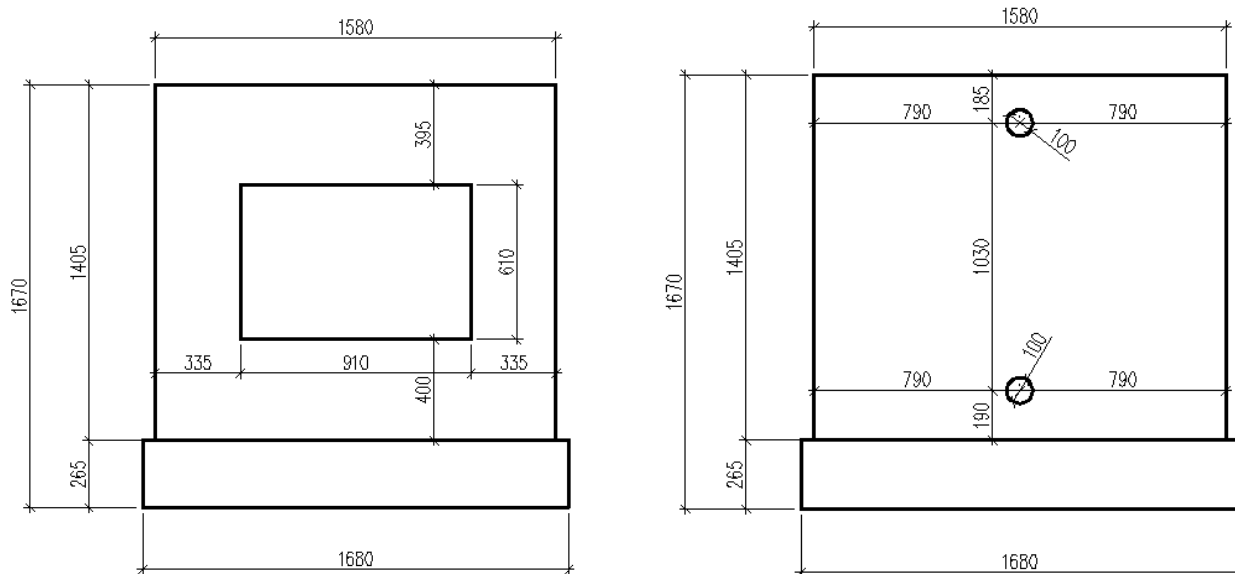


Рис. 1 – Общий вид и основные конструктивные размеры фрагмента стенового ограждения с энергоактивной панелью

Несущей частью ограждения является стена из стандартного керамического кирпича по ГОСТ 530-2012. Поверхности ограждения оштукатурены цементно-песчаной штукатуркой. Энергоактивная панель представляет собой нишу в несущей части стены размером створки оконного переплета - 910х610 мм. Глубина ниши – 130 мм. Толщина воздушной полости между внутренней стенкой ниши и поверхностью светопрозрачного ограждения – 110 мм.

Передняя стенка энергоактивной панели состоит из светопрозрачного двойного оконного стекла. В энергоактивной панели имеются отверстия входа и выхода воздушного теплоносителя диаметром 100 мм. В задней стенке фрагмента ограждения имеются входное отверстие диаметром 100 мм и выходное отверстие того же диаметра с встроенным трехрежимным вентилятором фирмы KLAUS.

В энергоактивной конструкции с теплоотражающими экранами покрытие из алюминиевой фольги размещалось по внутренней поверхности ниши.

Методика проведения экспериментов разработана на основе необходимости экспериментального обоснования эффективности применения разработанной энергоактивной конструкции в наружном ограждении зданий и сравнения результатов испытаний по двум конструктивным схемам:

- энергоактивная панель без теплоотражающего экрана;
- энергоактивная панель с теплоотражающим экраном.

Проведение экспериментов основано на тепловизионном контроле поверхности энергоактивной конструкции ограждения согласно ГОСТ 26629-85 и измерений температуры воздуха на входе и выходе из энергоактивной панели.

Метод основан на дистанционном измерении тепловизором полей температур поверхностей фрагмента ограждения со стороны светопрозрачного ограждения и измерений температуры воздушного теплоносителя на входе и выходе из энергоактивной панели,

значения которых принимаются за показатели эффективности энергоактивной панели.

При проведении энергетического обследования использован ручной тепловизор FLIR i3, который позволяет определять температуру поверхности бесконтактным методом и визуализировать распределение температур на поверхностях.

Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получены и изучены с дисплея тепловизора в виде цветного изображения, а после корректировки снимка переписаны в память прибора.

Тепловизионному контролю были подвержены как наружные, так и внутренние поверхности фрагмента ограждающих конструкций. По обзорной термограмме с дисплея тепловизора выявлялись участки с наибольшими температурами, которые затем были подвержены детальному теплографированию и уточнению температуры поверхности ограждения.

Обработку результатов термографирования производили с использованием программного комплекса FLIR QuickReport, который предназначен для анализа, обработки и архивирования изображений, записанных с использованием тепловизора FLIR i3.

Солнечная радиация моделировалась лабораторной установкой, состоящей из штатива, лампы накаливания 200Вт и экрана.



Рис. 2 – Общий вид экспериментального комплекса, подготовленного к испытаниям

Основными измеряемыми параметрами эксперимента являлись температура поверхности теплоотражающего покрытия, интенсивность моделируемой световой радиации, температуры на входе и выходе из энергоактивной панели.

Общий вид экспериментального комплекса представлен в соответствии с рисунком 2.

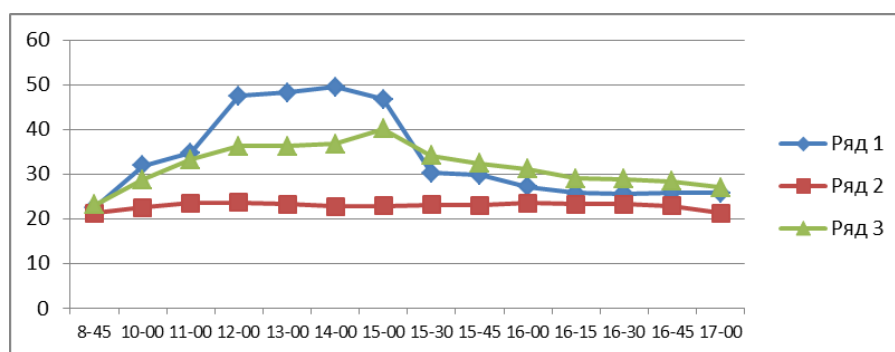
На первом этапе исследования были проведены испытания традиционной конструк-

ции ограждения без теплоотражающего покрытия наподобие стены Тромба.

Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель выписаны из термограмм соответствующих испытаний и представлены в таблице 1 и рисунке 3.

Таблица 1 – Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель

Наименование панели	Время проверки	Температура поверхности	Температура при входе, °C	Температура при выходе, °C	Разница температур, °C
Фрагмент ограждения без теплоотражающего покрытия и ТАМ	8- ⁴⁵	22,5	21,2	23,1	1,9
	10- ⁰⁰	31,9	22,5	28,7	6,2
	11- ⁰⁰	34,8	23,5	33,3	9,8
	12- ⁰⁰	47,5	23,6	36,3	12,7
	13- ⁰⁰	48,2	23,2	36,3	13,1
	14- ⁰⁰	49,5	22,8	36,7	13,9
	15- ⁰⁰	46,7	22,9	40,1	17,2
	15- ³⁰	30,3	23,1	34,1	11,0
	15- ⁴⁵	29,7	23,0	32,4	9,4
	16- ⁰⁰	27,1	23,5	31,1	7,6
	16- ¹⁵	25,8	23,2	29,0	5,8
	16- ³⁰	25,6	23,3	28,9	5,6
	16- ⁴⁵	25,8	22,9	28,4	5,5
	17- ⁰⁰	25,8	21,3	27,0	5,7



1 ряд – температура поверхности, °C; 2 ряд – температура при входе, °C; 3 ряд – температура при выходе, °C

Рис. 3 – Температуры наружной поверхности, температуры на входе и выходе из энергоактивной панели

Графики рисунка 3 показывают, что при относительно постоянной температуре на входе температура выхода нагретого теплоносителя возрастает. Максимальная температура воздушного носителя на выходе из па-

нели составила +40,1°C, а температура на наружной поверхности панели – +49,5°C. Максимальная разница между температурой на входе и температурой на выходе из панели составила +17,2°C.

По термограммам рисунка 4 можно оценить распределение температур по площади панели, где наименьшие температуры наблюдаются в области входа носителя в панель, а наибольшие температуры наблюдаются в области выхода теплоносителя из панели. Данный вывод обосновывает возможность использования энергоактивной панели в ограждающих конструкциях для замещения доли тепла расходуемого для отопления помещения здания. Наблюдается относительно долгий нагрев воздуха в канале панели (за 5 часов от 22,5°C до 49,5°C) и его быстрое

остывание после отключения источника радиации (за 3 часа от 49,5°C до 25,8°C).

Это указывает на необходимость разработки конструкции, которая позволила бы обеспечить относительно быстрый нагрев воздуха в панели и его медленное остывание, что повысило бы эффективность работы энергоактивной панели.

На втором этапе исследования были проведены испытания стенового ограждения с энергоактивной панелью и с теплоотражающим экраном в виде алюминиевой фольги.

Результаты испытаний представлены в таблице 2 и графиках рисунка 5.

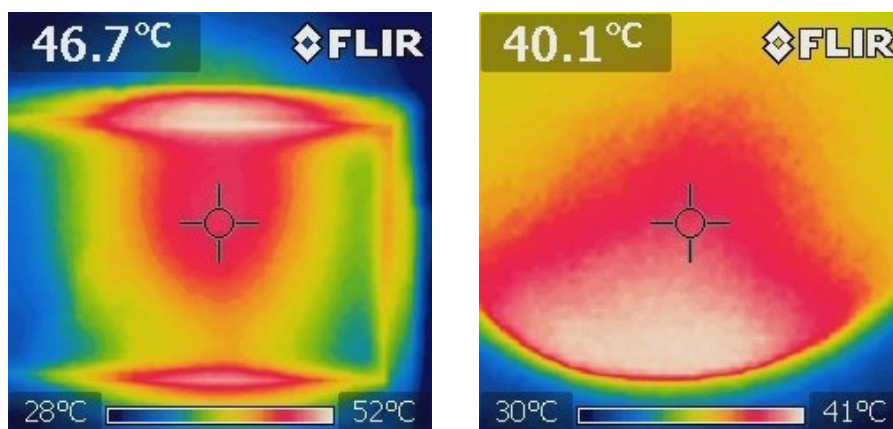
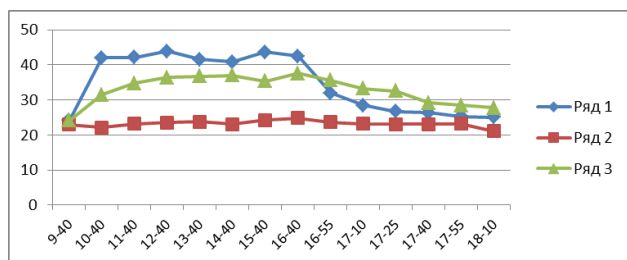


Рис. 4 – Термограммы наружной поверхности энергоактивной панели и области выхода теплоносителя из панели

Таблица 2 – Температуры на светоотражающей поверхности энергоактивной конструкции, температуры на входе и выходе в энергоактивную панель с теплоотражающим покрытием

Наименование панели	Время проверки	Температура поверхности	Температура при входе, °C	Температура при выходе, °C	Разница температур, °C
Фрагмент ограждения с теплоотражающим покрытием	9- ⁴⁰	24,1	23,0	24,1	1,1
	10- ⁴⁰	42,0	22,1	31,5	9,4
	11- ⁴⁰	42,1	23,2	34,8	11,6
	12- ⁴⁰	43,9	23,5	36,4	12,9
	13- ⁴⁰	41,6	23,8	36,7	12,9
	14- ⁴⁰	40,8	23,1	37,0	13,9
	15- ⁴⁰	43,6	24,2	35,4	11,2
	16- ⁴⁰	42,5	24,8	37,6	12,8
	16- ⁵⁵	31,9	23,6	35,6	12,0
	17- ¹⁰	28,4	23,2	33,3	10,1
	17- ²⁵	26,7	23,1	32,5	9,4
	17- ⁴⁰	26,3	23,1	29,1	6,0
	17- ⁵⁵	25,6	23,2	28,4	5,2
	18- ¹⁰	25,1	21,1	27,8	6,7



1 ряд – температура поверхности, °C; 2 ряд – температура при входе, °C; 3 ряд – температура при выходе, °C

Рис. 5 – Температуры наружной поверхности, температуры на входе и выходе теплоносителя из энергоактивной панели с теплоотражающим экраном

Из графиков рисунка 5 можно видеть относительное постоянство температуры на входе и повышение температуры теплоносителя на выходе из панели. Максимальная температура воздушного носителя на выходе из панели составила $+40,1^{\circ}\text{C}$, а температура на наружной поверхности панели $+49,5^{\circ}\text{C}$.

Максимальная разница между температурой на входе и температурой на выходе из панели составила $+17,2^{\circ}\text{C}$. По сравнению с конструктивным решением панели без теплоотражающего покрытия наблюдается быстрый нагрев теплоносителя в канале и длительное остывание ее при охлаждении, что можно считать положительным моментом. Вместе с

тем наблюдается увеличение расхода теплоносителя, что подтверждается длительным сохранением разницы температуры на выходе и входе теплоносителя в панели (в течении 5 часов поддерживается разница температур в 10°C и более). Данный факт тоже можно отнести к положительному моменту.

Анализ термограмм наружной поверхности энергоактивной панели с теплоотражающим покрытием и области выхода теплоносителя из панели в моменты максимального нагрева и остывания теплоносителя показал, что теплоноситель в канале нагревается в полном объеме, наибольшая ее температура наблюдается в области выхода теплоносителя из панели. Термограмма остывания наружной поверхности панели показывает, что, хотя поверхность панели остывает до температуры окружающей среды, температура носителя на выходе выше этой температуры на $2,7^{\circ}\text{C}$.

Отметим, что использование теплоотражающего экрана в энергоактивной конструкции ограждения позволяет длительное время поддерживать высокую разницу температур теплоносителя в панели, а также достигается рост расхода теплоносителя в процессе обогрева помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродач М.М. ВПКК – новый взгляд на энергосбережение / М.М. Бродач // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2002. – № 6. – С. 14-20.
2. Вытчиков Ю.С. Исследование теплозащитных характеристик замкнутых воздушных прослоек в строительных ограждающих конструкциях с применением экранной теплоизоляции / Ю.С. Вытчиков, М.Е. Сапарев // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2014. – №1. – С. 98-102.
3. Кнатько М.В. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М.В. Кнатько М.Н. Ефименко, А.С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. – 2008. – №2. – С. 50-53.
4. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий / Е.Г. Малявина // АВОК. – 2009. – № 1. – С. 6-9.
5. Умнякова Н.П. Расчётный метод определения температуры на поверхности ограждений с учётом коэффициента излучения / Н.П. Умнякова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 5. – С. 305-307.