

УДК 621.311

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ НЕПРОЗРАЧНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОТРАЖАЮЩИХ ЭКРАНОВ

СМИРНОВ Н.Н., асп., ЗАХАРОВ В.М., канд. техн. наук, БАННИКОВ А.В., канд. техн. наук

Приведены результаты исследований по повышению термического сопротивления непрозрачной ограждающей конструкции здания на основе применения теплоотражающих металлических экранов.

Ключевые слова: теплоотражающие экраны, тепловая энергия, теплоизоляция.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ENERGY SAVING BUILDING LIGHTPROOF FILLER STRUCTURE USING HEAT-REFLECTING FACE PANELS

N.N. SMIRNOV, postgraduate, V.M. ZAKHAROV, Ph.D., A.V. BANNIKOV, Ph.D.

The work represents the results of research on temperature lag increasing of building lightproof filler structure, using heat-reflecting metal face panels.

Key words: heat-reflecting face panels, heat energy, thermal protection.

В сложившейся ситуации высоких тарифов на энергоресурсы проектирование и строительство зданий, потребляющих минимальное количество тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, является насущной необходимостью. Здание с минимальным потреблением тепловой энергии – это здание, в котором теплопотери через оболочку сведены к экономически обоснованному минимуму. В настоящее время в целях снижения нагрузки на системы вентиляции и отопления в общественно-административных и производственных зданиях применяют новые теплоизоляционные материалы, дежурный режим отопления, рекуперацию и т.п.

С 2003 г. проектирование, строительство, реконструкция и капитальный ремонт зданий в России осуществляется в соответствии с новыми, повышенными требованиями к теплозащите ограждающих конструкций, определяемыми СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [1]. Введение новых, более жестких, нормативов по энергосбережению вызвало необходимость радикального пересмотра принципов проектирования и строительства зданий, так как применение традиционных для России строительных материалов и технических решений не обеспечивает требуемое по современным нормам термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций зданий.

Существенное значение в доли тепловых потерь зданий приходится на потери через оконные проемы (по разным оценкам, от 20 до 50 % от общего объема). Основной величиной, характеризующей этот показатель, является приведенная величина термического сопротивления всего оконного блока, хотя наибольшие потери приходится на его светопрозрачную часть [4].

Относительно непрозрачных ограждающих конструкций следует отметить тот факт, что рациональным способом повышения теплозащиты эксплуатируемых зданий является дополнительное наружное утепление их ограждающих конструкций. При новом строительстве используется как наружное утепление, так и эффективные утеплители в качестве среднего слоя в трехслойных ограждающих конструкциях из кирпича и бетона.

Теплоизоляционные материалы широко применяются в конструкциях покрытий и перекрытий зданий. В перегородках и внутренних стенах зданий эти материалы используются для звукоизоляции и звукопоглощения.

На отечественном рынке представлен широкий ассортимент теплоизоляционных материалов, отличающихся видом исходного сырья, структурой, формой и техническими характеристиками.

Как и в предыдущие годы, преобладающими в структуре потребления на отечественном рынке являются волокнистые материалы, включающие теплоизоляционные изделия на основе стеклянного и базальтового волокна, минеральной и шлаковой ваты. Их доля в общем объеме использованных в 2005 г. материалов составила 73 %, в том числе 41 % теплоизоляционных изделий из стеклянного штапельного волокна и 32 % теплоизоляционных изделий из минеральной ваты.

Более 20 % рынка приходится на теплоизоляционные пенопласты, преимущественно пенополистирол (беспрепессовый ПСБ-С (EPS) – 17 % и экструзионный ЭППС (XPS) – 4 %) и пенополиуретан (ППУ – 1 %). На долю других теплоизоляционных материалов, включающих изделия из природного сырья (вспененного каучука, вспученного перлитового и вермикулитового песка), синтетических волокон (эковата и др.), приходится не более 5 %.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений R_{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ [1, 2]. Так, для условий г. Иванова сопротивление теплопередаче R_0 должно быть не менее $1,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Исследования проводились в лаборатории кафедры ПТЭ ИГЭУ в экспериментальной климатической камере (рис. 1) в соответствии с ГОСТом [5].

Для измерения тепловых потоков, проходящих через испытываемую ограждающую непрозрачную конструкцию, использовался тепломер ИТП-2 фирмы НПО «Практик-НЦ», а для измерения температур – хромель-копелевые термомпары, подключенные к электронному потенциометру. В качестве базовой конструкции (контроль) использовался фраг-

мент стены из пористого ячеистого силикатного 11-дырочного кирпича с отверстиями, заполненными пенополиуретаном с 25–26% керамзитовых включений (размеры фрагмента 280×250×380 мм). Толщина кирпичной кладки составила 380 мм. В качестве материала изоляции периметра образца использовалась минеральная вата.

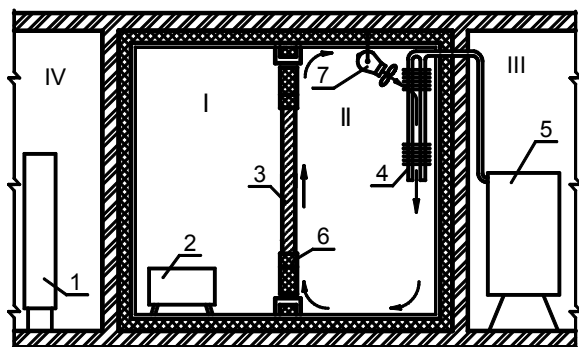


Рис. 1. Схема климатической камеры для проведения испытаний: I – «теплое» отделение камеры; II – «холодное» отделение камеры; III – машинный зал; IV – помещение с измерительной аппаратурой; 1 – система автоматического сбора данных; 2 – нагревательные приборы; 3 – испытуемый фрагмент стены; 4 – испаритель; 5 – холодильная установка; 6 – теплоизоляционный слой по периметру проема; 7 – вентилятор

Было изучено влияние применения такого конструктивного элемента, как металлический экран, на приведенное термическое сопротивление теплопередаче непрозрачной ограждающей конструкции [3]. При проведении эксперимента в качестве металлического экрана использовалась алюминиевая фольга толщиной 70 мкм, в качестве внутренней фальшпанели – ДСП толщиной 16 мм (рис. 2).

Измерялись температуры воздуха в «теплом» и «холодном» отделениях климатической камеры, температуры «горячей» и «холодной» поверхностей фрагмента стены, температуры поверхностей металлических экранов и древесностружечной плиты (ДСП).

При проведении эксперимента было отмечено, что стационарный процесс теплопередачи при изменении условий достигался в течение 3–4 суток, хотя при испытании оконного блока с регулируемым сопротивлением теплопередаче на основе использования металлических жалюзи стационарный режим достигался уже через 15–20 мин [4].

Согласно полученным экспериментальным данным (см. таблицу), использование алюминиевой фольги толщиной 70 мкм в качестве экрана с «теплой» стороны, установленного между кирпичной кладкой и фальшпанелью, привело к увеличению приведенного сопротивления теплопередаче фраг-

мента стены до 1,821 м² °С/Вт (или на 53 %), по сравнению с базовым вариантом.

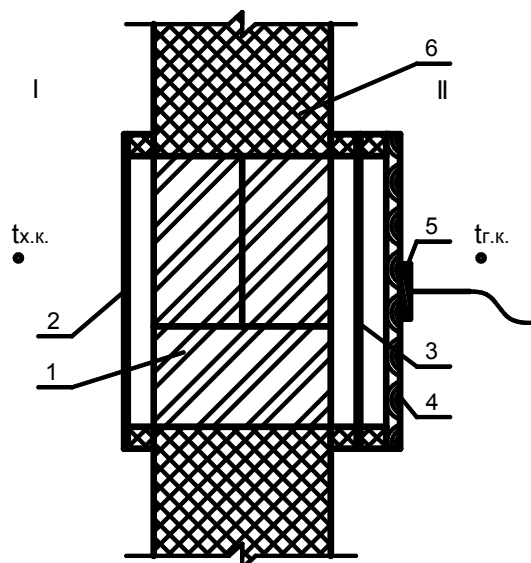


Рис. 2. Конструкция испытываемой непрозрачной ограждающей конструкции с теплоотражающими непрозрачными металлическими экранами: I – «холодное» отделение камеры; II – «теплое» отделение камеры; 1 – фрагмент стены; 2 – металлический экран, установленный с холодной стороны; 3 – металлический экран, установленный с теплой стороны; 4 – ДСП; 5 – тепломер; 6 – минеральная вата

Применение же дополнительно металлического экрана с «холодной» стороны вызвало увеличение сопротивления до 2,013 м² °С/Вт (или на 69 %), но эффект был значительно меньше. Данный факт, по всей видимости, можно объяснить отсутствием выхода на стационарный режим. Замеры по второму экрану производились лишь спустя трое суток после замены конструкции фрагмента стены, хотя, возможно, требовалось большее время выдержки для выхода на стационарный режим (6–9 суток).

Заключение

В результате проведенных исследований можно отметить, что положительный энергосберегающий эффект от использования теплоотражающих металлических экранов имеет место, данная конструкция может быть рекомендована к использованию при проектировании ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий, причем предлагаемая конструкция является малозатратной и долговечной.

Значения приведенного термического сопротивления в зависимости от вида непрозрачной ограждающей конструкции

Описание ограждающей непрозрачной конструкции (материал и расположение экрана)	Температура воздуха в «холодном» отделении камеры, °С	Температура воздуха в «горячем» отделении камеры, °С	Перепад температур воздуха в «горячем» и «холодном» отделениях камеры, °С	Приведенное сопротивление теплопередаче конструкции, м ² °С/Вт / %
Контроль (кирпичная кладка)	-12,3	14,6	26,9	1,189 / -
Кладка + ДСП+ экран с «теплой» стороны	-13,3	13,8	27,1	1,821 / 153
Кладка + ДСП + экран с «теплой» стороны + экран с «холодной» стороны	-12,6	14,4	27,0	2,013 / 169

Список литературы

1. **СНИП 23-02-2003.** Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.
2. **СНИП II-3-79*.** Строительная теплотехника. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998.
3. **Смирнов Н.Н., Холостов Е.А., Захаров В.М.** Исследование возможности применения окон и стен с регулируемым сопротивлением теплопередаче в качестве энергосберегающего мероприятия // XIII междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. В 3-х т. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – Т.2. – С. 481–482.
4. **Банников А.В., Захаров В.М., Смирнов Н.Н.** Применение окон с регулируемым сопротивлением теплопередаче для оптимизации режимов работы систем энергоснабжения зданий // Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС: Межвуз. сб. науч. тр. / ГОУВПО СПб ГТУ РП. – СПб., 2006. – С. 170–174.
5. **ГОСТ 26254-84.** Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1994.

Смирнов Николай Николаевич,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
аспирант кафедры промышленной теплоэнергетики,
телефон (4932) 26-97-24,
e-mail: nelli@pte.ispu.ru

Захаров Вадим Михайлович,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики,
телефон (4932) 26-97-24,
e-mail: nelli@pte.ispu.ru

Банников Александр Васильевич,
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики,
телефон (4932) 26-97-24,
e-mail: nelli@pte.ispu.ru