

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

*Волгодонский инженерно-технический институт
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ» (ВИТИ НИЯУ МИФИ)*

Отчет по научно-исследовательской работе

Лабораторное тестирование «*Энергосберегающей технологии InFlector*»

Место проведения – кафедра «Теплоэнергетическое оборудование»

Руководитель – зав. кафедрой доцент, к.т.н. Бекетов В.Г.

Консультант – зав. кафедрой «Физика и микроэлектроника», профессор, д.ф.-м.н
Ратушный В.И.

Волгодонск 2014 г.

Содержание

1. Обзор тестов.....	3
2. Описание состава объединенных систем остекления.....	4
2.1. Образец.....	4
2.2. Стеклопакет.....	4
2.3. Стекло.....	4
2.4. Схема измерений при тестировании системы.....	5
2.4.1. Образец со стеклопакетом.....	5
2.4.2. Образец с единственным стеклом.....	5
3. Процедуры тестирования.....	5
3.1. Методы испытаний.....	5
3.2. Измерительная аппаратура.....	6
3.3. Граничные условия.....	6
4. Результаты испытаний.....	7
5. Интерпретация результатов.....	7

1. Обзор тестов

Цель теста состоит в том, чтобы оценить тепловую эффективность энергосберегающего материала Inflector, включая:

- коэффициент теплопритока от солнечного излучения (SHGC¹),
- коэффициент пропускания видимого света (VLT²);
- определение сопротивления теплопередаче (R₀)

Согласно информации на веб-сайте <http://www.inflector.ru>, Энергосберегающая технология ИнФлектор®, используемая при изготовлении оконных жалюзи, служит защитой помещения от потерь тепла зимой и отражения излишнего солнечного тепла летом.

В летний период оконная изоляция InFlector® повернута серебристой стороной наружу.

Зимой изоляция окон InFlector® устанавливается: Серебристой стороной (алюминиевой) внутрь, для отражения термического тепла внутрь здания. Черная сторона ИнФлектора® смотрит во вне и работает как пассивный солнечный коллектор, поглощает солнечные лучи и излучает тепло внутрь.

Данное лабораторное тестирование моделирует **летний режим** функционирования InFlector® (в дальнейшем именуемый "образец"), серебристой стороной наружу.

Образец был протестирован совместно с различными видами остекления. Как правило используемые типы остекления, простое стекло толщиной 4 мм (в дальнейшем именуемое "стекло") и единица стеклопакета из 2-х стекол по 4мм общей толщиной 16 мм (в дальнейшем именуемый "стеклопакет"). Тестирование проведено в комнате с температурой 22,5°С. В качестве источника излучения применялась инфракрасная лампа мощностью 250 Вт.

Объединенные системы (остекление + образец) были сформированы следующим образом:

- 1) 1 стеклопакет + образец,
- 2) стекло + образец,
- 3) образец.

Определялись следующие параметры:

- коэффициент теплопритока от солнечного излучения (SHGC),
- коэффициент пропускания видимого света (VLT);
- сопротивления теплопередаче (R₀).

Таблица ниже суммирует проводимые тесты.

№	Объединенная система	Установка образца (после остекления)	Регистрируемые параметры	Расчетный параметр
1	Номер системы с 1 по 4	Серебристая сторона наружу (в сторону источника излучения)	q [Вт/м ²] – тепловой поток от излучателя. t _n - температура перед системой. t _v - температура за образцом системой.	Сопротивления теплопередаче (R _{луч})
2	Номер системы с 1 по 4	Серебристая сторона наружу (в сторону источника излучения)	q [Вт/м ²] – тепловой поток от излучателя. t _n - температура перед системой. [°С] t _v - температура за образцом системой.	Коэффициент теплопритока от солнечного излучения (SHGC)
3	Номер системы с 1 по 4	Серебристая сторона наружу (в сторону источника излучения)	E _v – освещенность [Лк]	Коэффициент пропускания видимого света (LVT)

2. Описание состава объединенных систем остекления

2.1. Образец

Образец, был отобран и поставлен клиентом. Оригинальный образец имеет прямоугольную форму.

Образец	Inflector
Полная толщина	0.3 мм
Полная ширина	240 мм
Полная длина	280 мм

Одна сторона образца имеет серебристый цвет (а), и другая сторона имеет черный цвет (б). По всему материалу однородно распределены маленькие круглые отверстия диаметра приблизительно 1 мм.

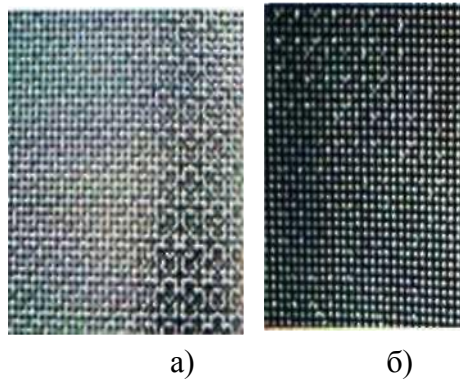


Рисунок 1 - Изображения поверхностей образцов.

2.2. Стеклопакет

Таблица 1 - Спецификация стеклопакета.

Продукт	Стеклопакет с низким покрытием - LOW-E
Полная толщина	16 мм
Полная ширина	150 мм
Полная длина	150 мм
Наружное стекло	4 мм прозрачное умеренное стекло с низким покрытием на внутренней стороне
Внутреннее стекло	4 мм прозрачное умеренное стекло с низким покрытием на внутренней стороне
Коэффициент теплопроводности	$4.25 \pm 0.1 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Коэффициент теплопритока от солнечного излучения (SHGC)	0.546 ± 0.2

2.3. Стекло

Таблица 2 - Спецификация единственного стекла.

Продукт	Стекло 4 мм прозрачное умеренное стекло (без покрытия)
Полная толщина	4 мм
Полная ширина	150 мм
Полная длина	150 мм
Коэффициент теплопроводности	$6.45 \pm 0.15 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Коэффициент теплопритока от солнечного излучения (SHGC)	0.803 ± 0.02

2.4. Схема измерений при тестировании системы

2.4.1. Образец со стеклопакетом

Объединенная система образца с стеклопакетом состоит из образца и стеклопакета. Образец был установлен серебряной стороной наружу, т.е. в сторону лампы. На рисунке 2 показано схематическое представление объединенной системы.

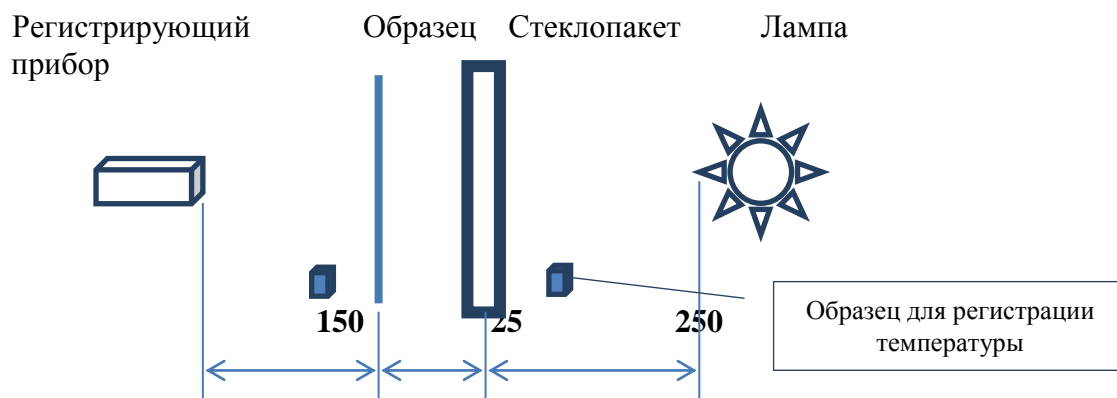


Рисунок 1

2.4.2. Образец с единственным стеклом

Объединенная система образца с единственным стеклом состоит из образца и единственного остекления. Образец был установлен как группа с серебряной стороной, сталкивающейся наружным. Рисунок 2 показывает схематическое представление объединенной системы.

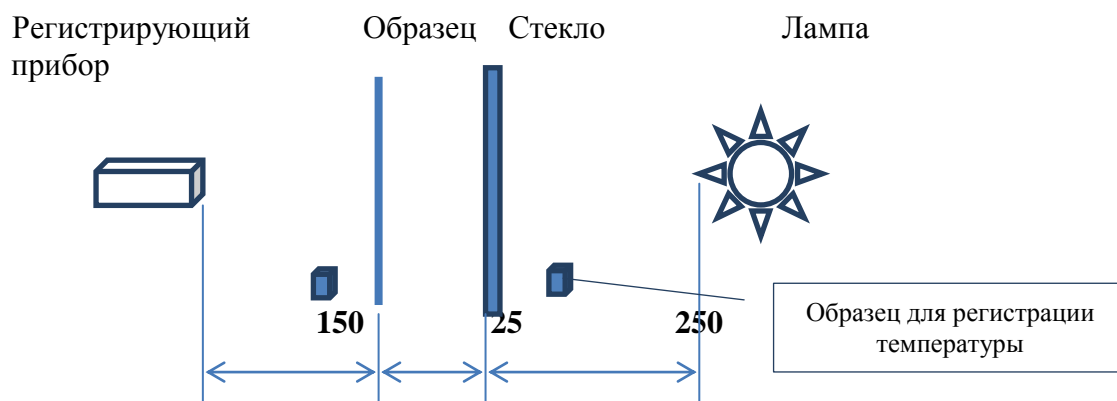


Рисунок 2

3. Процедуры тестирования

3.1. Методы испытаний

Измерительное оборудование и процедура тестирования коэффициента пропускания соответствуют:

ГОСТ 26602-85 «Окна. Метод определения сопротивления теплопередаче»,
СТО 44416204-001 –2008 «Расчетный метод определения приведенного сопротивления теплопередаче оконных и дверных балконных блоков» и

ГОСТ 24940 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».

3.2. Измерительная аппаратура



1) Измеритель мощности солнечного излучения Solar Transmission & BTU/Watt Power Meter (Model # SP2065).

Прибор предназначен для измерения теплового потока ($\text{Вт}/\text{м}^2$) в инфракрасной области спектра.



2) Люксметр + Пульсметр + Яркометр "ТКА-ПКМ" (09)

Прибор предназначен для измерения коэффициента пульсации освещенности и освещенности в видимой области спектра (380...760) нм, создаваемой различными источниками, произвольно пространственно расположенными, и яркости накладным методом ТВ-кинескопов, дисплейных экранов и протяженных самосветящихся объектов в видимой области спектра (380...760) нм.



3) Портативный инфракрасный пирометр RAYNGER ST25 PRO

Пирометр серии ST25 Pro - профессиональный инструмент для технических специалистов, обеспечивает точные мгновенные измерения температуры поверхности тел. Система прицеливания SmartSight™ - два лазерных луча пересекающихся на расстоянии 200 мм в зоне наименьшего диаметра измерений 13 мм, предназначена для измерения малоразмерных объектов. Диапазон измерения пирометра от -32 до 535°C .

3.3. Граничные условия

Тепловой тест коэффициента пропускания был выполнен при следующих параметрах окружающей среды:

Коэффициент теплопередачи от излучателя	$410 \text{ Вт} / \text{м}^2 \pm 5\%$
Освещенность от излучателя	$875 \pm 3,3\% \text{ Лк}$
Температура помещения	$22,5 \pm 0.025^{\circ}\text{C}$

4. Результаты испытаний

В таблице ниже приводятся результаты испытаний объединенных систем остекления:

- тепловой коэффициент пропускания;
- коэффициент теплопритока от солнечного излучения;
- сопротивление теплопередаче;
- коэффициент пропускания видимого света.

<u>Система</u>	<u>Тепловой коэффициент пропускания</u> [Вт/ (м ² °С)] ± 0.14	<u>Коэффициент теплопритока от солнечного излучения</u> <u>SHGC [-]</u> ± 0.010	<u>Сопротивление теплопередаче (R₀).</u> <u>[м² °С / Вт].</u> ± 0.010	<u>Коэффициент пропускания видимого света (VLT)</u> <u>± 0.033</u>
1 стеклопакет	9,583	0,571	0,35	0,64
1 стеклопакет + образец	2,083	0,124	0,73	0,18
стекло	14,727	0,804	0,32	0,81
стекло + образец	3,273	0,179	0,56	0,20

5. Интерпретация результатов

1) Результаты лабораторного тестирования показывают, что тепловой поток (Вт/м²) проходящий через остекление одним стеклопакетом с применением образца снижается на 78,3%.

Сокращение теплового потока могло быть вызвано отражением тепловых лучей от блестящей поверхности образца, т.к. его степень черноты имеет значения между 0,03 и 0,05.

Рисунок 3 показывает изменение теплового потока при разных системах остекления.

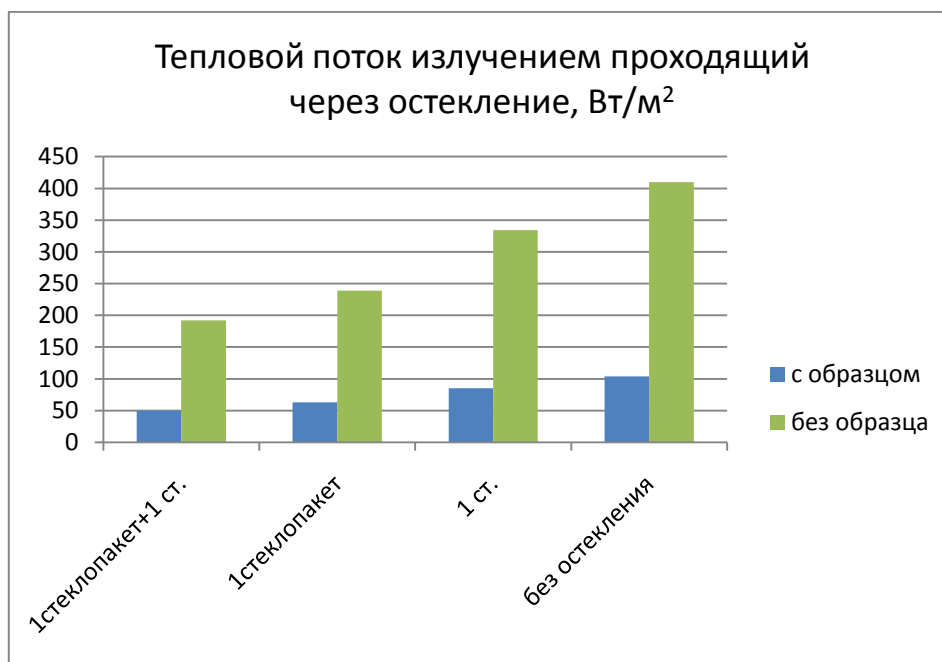


Рисунок 3

2) *Результаты лабораторного испытания показывают, что коэффициент относительного пропускания теплового солнечного излучения (SHGC) с применением образца в 4,6 раза меньше чем у автономных стеклопакетов.*

Рисунок 4 показывает изменения коэффициента относительного пропускания теплового солнечного излучения в помещении в зависимости от системы остекления.

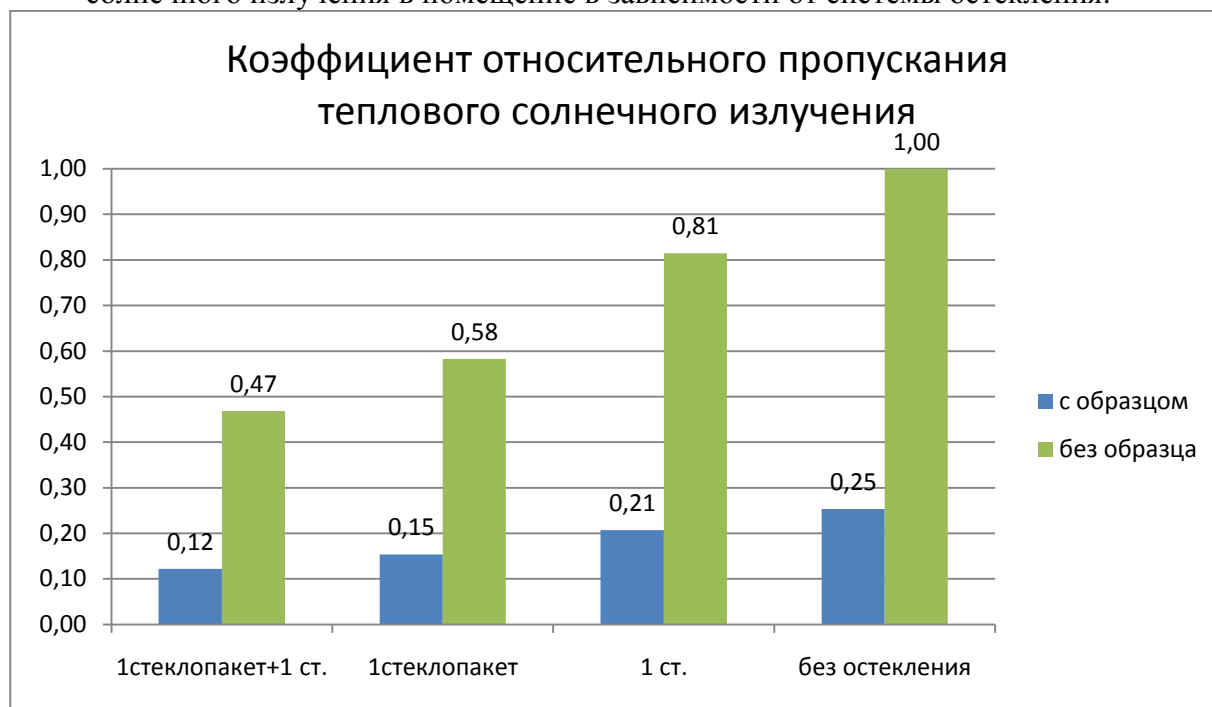


Рисунок 4

3) *Результаты лабораторного испытания показывают, что коэффициент пропускания видимого света образца со стеклопакетом на 45% ниже, чем у автономных стеклопакетов.*

Рисунок 5 показывает зависимость изменения коэффициента пропускания видимого света от системы остекления.

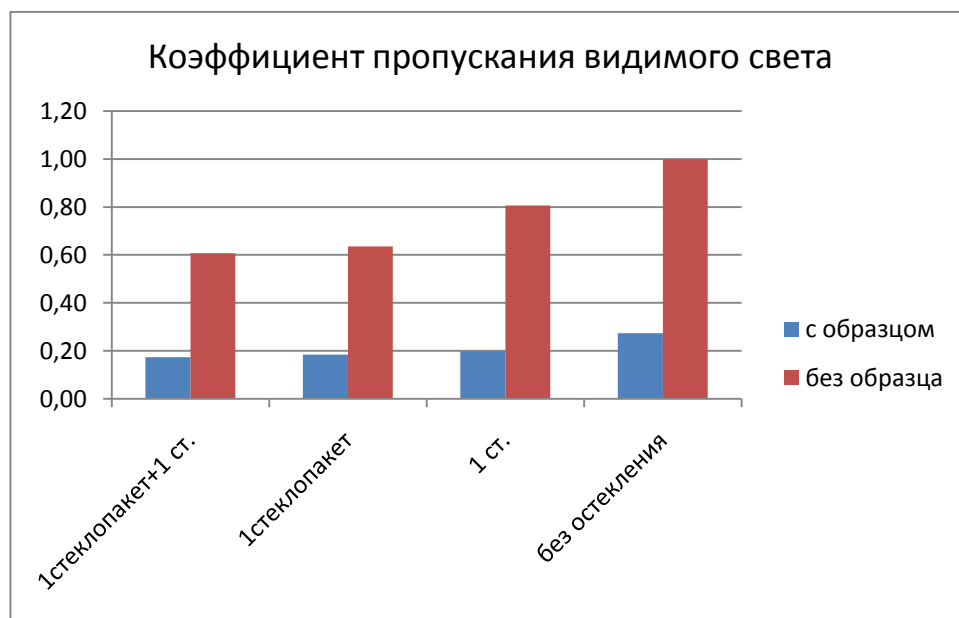


Рисунок 5

4) Результаты лабораторного испытания показывают, что сопротивление теплопередаче (R_0) стеклопакета увеличивается в 2,17 раза при применении образца.

Рисунок 6 показывает зависимость изменения сопротивления теплопередаче от системы остекления.

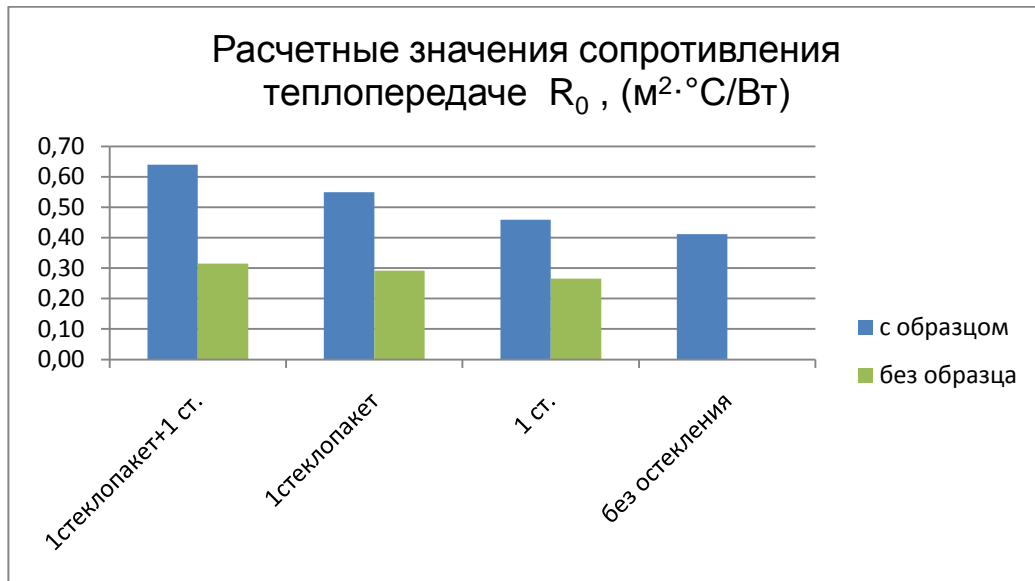


Рисунок 6

1 Коэффициент теплопотока от солнечного излучения (SHGC)

Единица измерения способности окна к блокированию теплопередачи путем излучения (обычно солнечной энергии).

Этот коэффициент равен доле случайного солнечного излучения, пропускаемого через окно. Значение SHGC выражается числом от нуля до единицы. Низкие значения SHGC свидетельствуют о том, что окно пропускает небольшое количество солнечной энергии.

Подробнее

Необходимое значение SHGC зависит от климата, типа здания и количества остекления.

В жарком климате для окон и световых люков необходимо соблюдать низкие значения SHGC (0,20 - 0,35). В холодном климате или для использования солнца в качестве пассивного отопления предпочтителен коэффициент SHGC, равный 0,5-0,7.

2 Пропускание видимого света (VLT)

Процент видимого света, проходящего через окна или аналогичные остекленные проемы.

Большинство значений VLT находятся в диапазоне от 0,3 до 0,8. Чем выше VLT, тем больше света поступает. Высокое значение VLT обычно требуется для установления предельно возможного естественного освещения, однако пропускание слишком большого количества света может вызывать бликование.

Определенные покрытия обеспечивают высокие значения VLT и низкие значения SHGC. Для снижения теплопотока необязательно использовать зеркальные стекла. Новое стекло может иметь коэффициент пропускания в 65%, теплоприток в 30%.