

Р.В. Мироненко

(Академия ГПС службы МЧС России; e-mail: fds-smv@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГОРОДКИ ИЗ ЗАКАЛЁННОГО СТЕКЛА НА РАЗВИТИЕ ПОЖАРА ЧЕРЕЗ МНОГОСВЕТНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ

Определена область применения остеклённых перегородок в торгово-развлекательном центре с многосветным помещением (атриумом). Получены зависимости для коэффициентов отражательной, поглощательной и пропускающей способностей закалённого стекла от падающего теплового потока.

Ключевые слова: многосветное помещение, остеклённые перегородки.

R.V. Mironenko

INFLUENCE OF PARTITION FROM TEMPERED GLASS ON DEVELOPMENT OF THE FIRE THROUGH THE MUCHLIGHT ROOM

The area of use of the glass partition in the shopping and leisure center with mul-tilight room (atrium) was determined. The dependences of the reflectance ratios, absorbance and transmittance of tempered glass from entering heat flux was obtained.

Key words: multilight room, glass partition.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала
24 ноября 2016 г.

Торгово-развлекательные центры (ТРЦ) – это современные здания, массовое строительство которых началось около 10 лет назад [1]. В России наибольшее распространение получили 2-4-этажные здания ТРЦ.

Современные ТРЦ – это, как правило, многофункциональные здания с расположением в них помещений различных классов функциональной пожарной опасности.

Проектирование систем пожарной безопасности ТРЦ вызывает определённые затруднения из-за отсутствия норм проектирования таких зданий.

Наиболее часто в ТРЦ встречаются следующие сочетания помещений (групп помещений) с классами функциональной пожарной опасности:

- Ф2.1 (кинотеатры);
- Ф2.2 (выставочные и танцевальные залы);
- Ф3.1 (магазины);
- Ф3.2 (рестораны, кафе, фудкорты);
- Ф3.6 (фитнесс-центры, развлекательные зоны для детей и взрослых, аквапарки);
- Ф3.5 (предприятия бытового обслуживания);
- Ф4.3 (зоны административных помещений и офисов);
- Ф5.1 (технические помещения, помещения мастерских по обслуживанию этих зданий);
- Ф5.2 (складские помещения арендаторов, стоянки для автомобилей).

Острым остаётся вопрос по делению здания ТРЦ на пожарные отсеки, так как деление традиционным способом с использованием противопожарных стен 1-го типа в таких зданиях невозможно из-за особенностей объёмно-планировочных и конструктивных решений, новых маркетинговых технологий (технологий продажи товаров), невозможно также и соблюдение нормативных величин площадей этажей пожарных отсеков.

Существующие требования пожарной безопасности не учитывают все особенности зданий ТРЦ. Одной из таких особенностей ТРЦ является наличие **многосветного помещения (атриума)**.

Широкое распространение в России получили атриумы с центральным расположением на всю длину и высоту здания, с продольным расположением помещений (в основном магазинов) на галереях.

Согласно проекту нормативного документа [2], деление такого здания на пожарные отсеки может производиться – путём устройства противопожарных (безопасных) зон без пожарной нагрузки шириной не менее 8 м.

В этом случае **противопожарная (безопасная) зона** относится к категории **противопожарных преград** и является объёмным элементом здания, ограничивающим распространение пожара из одной части здания в другую [3].

Как показывает практика, в условиях эксплуатации ТРЦ, в атриумах размещаются на короткое время новогодние ёлки, рекламные баннеры, а на длительное время – островковая торговля и предметы интерьера. Таким образом, в атриуме появляется пожарная нагрузка, создавая вероятность распространения пожара (в случае его возникновения) по всему зданию.

Одновременно следует отметить, что предприятия торговли и помещения иного назначения в большинстве зданий ТРЦ отделены от атриума остеклёнными перегородками. Светопрозрачное заполнение выполняется в большинстве случаев с применением закалённого стекла. Между торговыми залами с горючими материалами в магазинах и ларьком островковой торговли располагается указанная перегородка и небольшая свободная от пожарной нагрузки зона.

Стекло обладает специфическими физико-химическими свойствами. Одним из таких свойств стекла является способность частично пропускать, поглощать и отражать излучение.

Расчёт прогрева светопрозрачной конструкции перегородки является проблематичным, поэтому было выдвинуто предложение об определении долей поглощённого, пропущенного и отражённого теплового потока.

Если указанные тепловые потоки соотнести с падающим тепловым потоком, то уравнение сохранения энергии записывается следующим образом:

$$q_n = q_R + q_A + q_D, \quad (1)$$

где q_n – падающий тепловой поток, $Вт/м^2$;

q_R – отражённый тепловой поток, $Вт/м^2$;

q_A – поглощённый тепловой поток, $Вт/м^2$;

q_D – пропущенный сквозь тело тепловой поток, $Вт/м^2$.

Чтобы определить, какие части падающего теплового потока отражаются, поглощаются или проходят сквозь стекло, запишем уравнение (1) в безразмерном виде, для этого каждый член уравнения поделим на падающий тепловой поток [4]:

$$1 = R + A + D, \quad (2)$$

где R – коэффициент отражательной способности тела;

A – коэффициент поглощательной способности тела;

D – коэффициент пропускающей способности тела.

Для определения коэффициентов отражательной, поглощательной и пропускающей способности стекла были разработаны специальные стенды и проведена серия экспериментов (рис. 1).

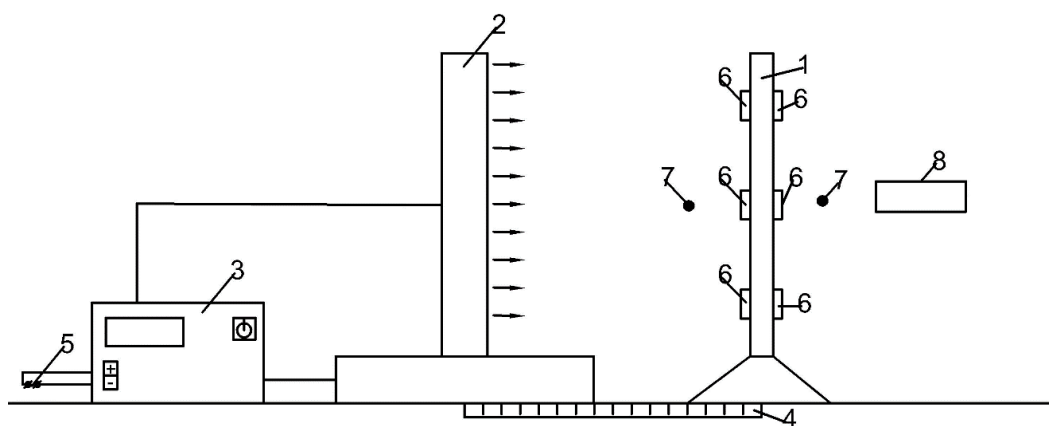


Рис. 1. Схема стендов для определения коэффициентов отражательной, поглощательной и пропускающей способности закалённого стекла:
 1 – образец стекла; 2 – радиационная панель; 3 – блок управления;
 4 – линейка для определения расстояния от панели до образца;
 5 – источник питания электроэнергии; 6 – лепестковые термопары;
 7 – корольковые термопары; 8 – приёмник теплового потока

Цель эксперимента заключалась в определении величин падающего и прошедшего через образец и отражённого тепловых потоков, а также изменения температуры облучаемого образца.

По полученным в ходе эксперимента данным были построены графики, представленные на рис. 2-4, которые показывают изменения коэффициентов отражательной, поглощательной и пропускающей способностей закалённого стекла толщиной 6, 8, 10 мм от падающего теплового потока.

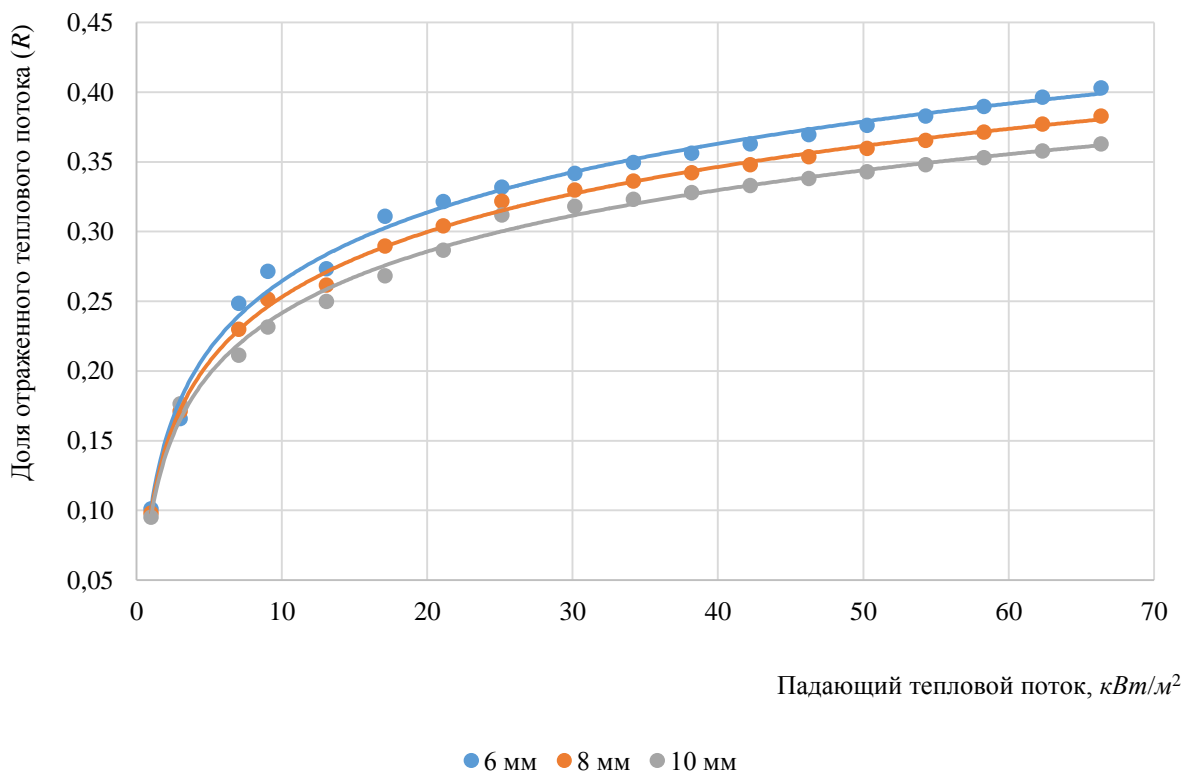


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражательной способности закалённого стекла (R) от падающего теплового потока

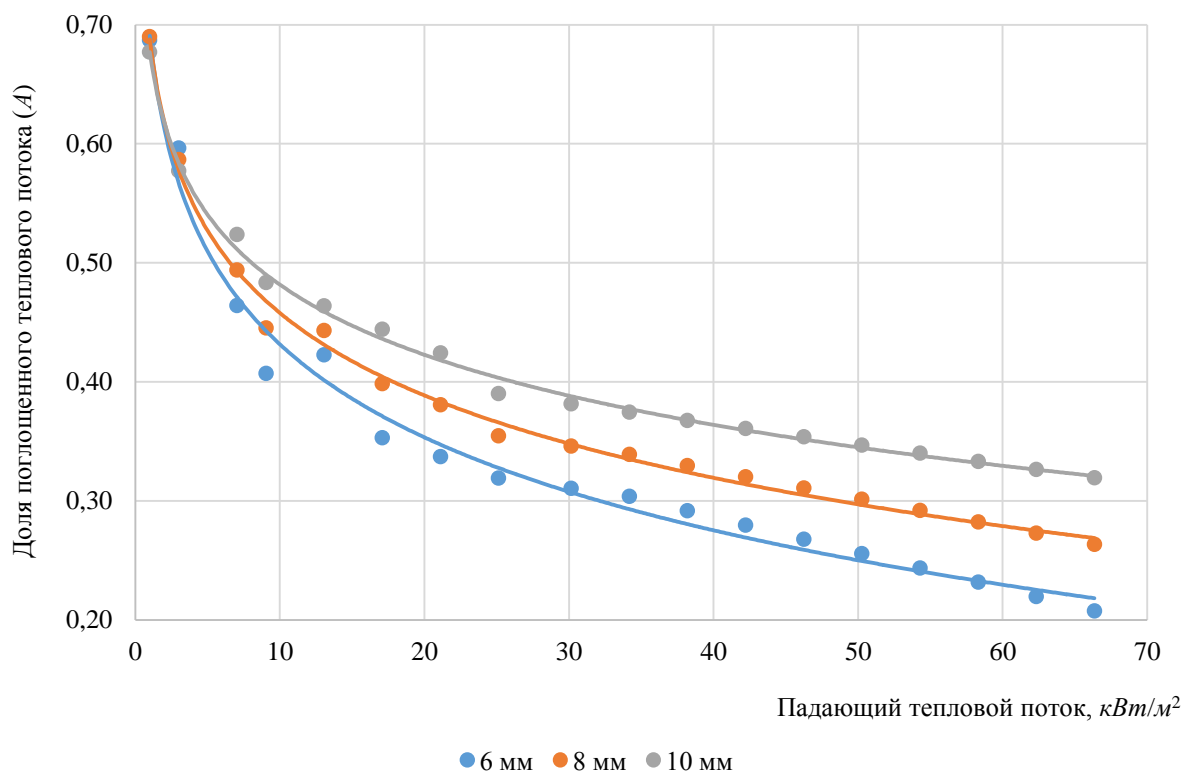


Рис. 3. Зависимость коэффициента поглощательной способности закалённого стекла (A) от падающего теплового потока

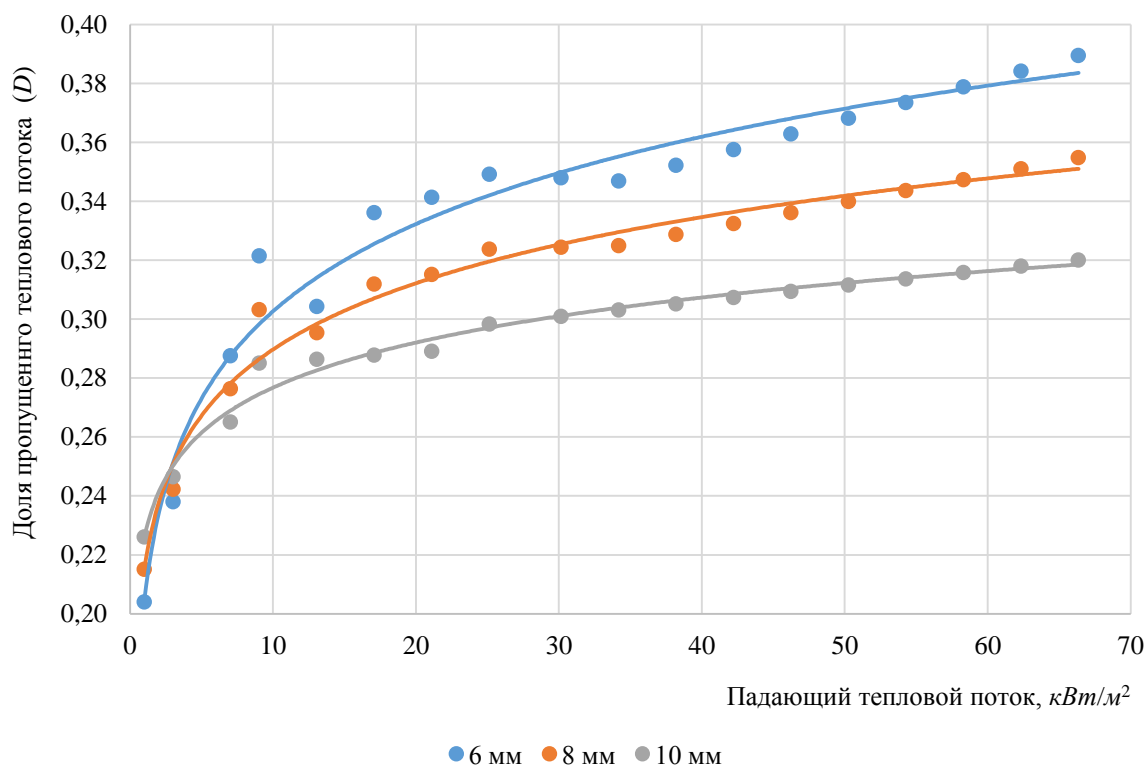


Рис. 4. Зависимость коэффициента пропускающей способности закалённого стекла (D) от падающего теплового потока

Полученные экспериментальные данные были обработаны с помощью программного комплекса Microsoft Excel и Attestat, получены эмпирические зависимости коэффициентов отражательной, поглощательной и пропускающей способности стекла от падающего теплового потока при толщине стекла 6, 8 и 10 мм:

- При толщине закалённого стекла 6 мм

$$R = 0,0711 \ln(q_n) + 0,1009;$$

$$A = 0,6911 - 0,1130 \ln(q_n);$$

$$D = 0,0427 \ln(q_n) + 0,2042.$$

Достоверность полученных аппроксимирующих зависимостей составляет – 0,9934, 0,9867 и 0,9694 соответственно.

- При толщине закалённого стекла 8 мм

$$R = 0,0673 \ln(q_n) + 0,0980;$$

$$A = 0,6880 - 0,1000 \ln(q_n);$$

$$D = 0,0324 \ln(q_n) + 0,2151.$$

Достоверность полученных аппроксимирующих зависимостей составляет – 0,998, 0,9951 и 0,9789 соответственно.

- При толщине закалённого стекла 10 мм

$$R = 0,0636 \ln(q_n) + 0,0952;$$

$$A = 0,6771 - 0,0850 \ln(q_n);$$

$$D = 0,0221 \ln(q_n) + 0,2259.$$

Достоверность полученных аппроксимирующих зависимостей составляет – 0,9942, 0,9962 и 0,9839 соответственно.

Зависимости получены в интервале падающего теплового потока от 1,0 до 66,4 $кВт/м^2$.

В работах [5, 6] указаны значения коэффициентов поглощательной и пропускающей способностей стекла, равные 0,45 и 0,33 соответственно. В этих работах данные коэффициенты представлены как константы, не учитывающие такие показатели, как толщина стекла и величина падающего теплового потока.

Основываясь на работах [7-9] и с учётом коэффициента поглощательной способности предложена формула для расчёта температуры прогрева светопрозрачных конструкций при граничных условиях второго рода:

$$T(x, \tau) = T_0 + A \frac{2\sqrt{a}}{\lambda} \operatorname{ierfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}} \right) \sqrt{q_n(\tau) \int_0^\tau q_n(\tau) d\tau},$$

где x – координата по оси x , м;

T_0 – начальная температура, °С;

a – коэффициент температуропроводности, $м^2/с$;

λ – коэффициент теплопроводности, $Вт/(м \cdot °С)$;

τ – время, с;

ierfc – функция ошибок.

На двух тестовых задачах была проверена достоверность полученных зависимостей коэффициентов поглощательной способности для стёкол различной толщины, полученных данных в ходе эксперимента, представленных на рис. 2-4. Обе тестовые задачи сводились к определению разницы между температурой стекла, полученной экспериментально, и температурами стекла, рассчитанными без учёта поглощённого падающего теплового потока и с его учётом.

В первой тестовой задаче использовался стационарный падающий тепловой поток со значениями от 1,0 до 66,4 $кВт/м^2$.

Во второй тестовой задаче использовался нестационарный тепловой поток в диапазоне от 1 до 15 $кВт/м^2$.

Среднее значение относительного отклонения по первой тестовой задаче между экспериментально полученной температурой и температурой, рассчитанной без учёта поглощённого падающего теплового потока, составило более 160 %, а расхождение между экспериментально полученной температурой и температурой, рассчитанной с учётом поглощённого падающего теплового потока, составило менее 12 %.

Среднее значение относительного отклонения по второй тестовой задаче, между экспериментально полученной температурой и температурой, рассчитанной без учёта поглощённого падающего теплового потока, составило более 180 %, а расхождение между экспериментально полученной температурой и температурой, рассчитанной с учётом поглощённого падающего теплового потока, составило менее 20 %.

Полученные зависимости по определению коэффициентов поглощательной, пропускающей и отражательной способностей закалённого стекла помогут в дальнейшем определить величину теплового потока за остеклённой перегородкой до разрушения закалённого стекла и температуру прогрева закалённого стекла.

Литература

1. *Серков Б.Б., Фирсова Т.Ф., Поляков В.И.* О выборе противопожарных преград в торгово-развлекательных комплексах // Технологии техносферной безопасности. 2014. Вып. 4 (44). <http://ipb.mos.ru/ttb>.
2. *СП 160.1325800.2014.* Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования: свод правил (утв. Приказом МЧС России от 7 августа 2014 г. № 440/пр) (в ред. от 1.09.2014).
3. *Технический* регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.
4. *Кутателадзе С.С.* Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979. 416 с.
5. *Присадков В.И.* Разработка методов выбора рациональных вариантов систем противопожарной защиты промышленных зданий: дис... д-ра техн. наук: 05.26.01. М.: 1990. 540 с.
6. *Vabruskas V.* Glass breakage in fires // Fire Science and Technology.
7. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 599 с.
8. *Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С., Шевляков А.Н.* Термогазодинамика пожаров в помещениях. М.: Стройиздат, 1988. 448 с.
9. *Беляев И.М., Рядно А.А.* Методы нестационарной теплопроводности. М.: Высшая школа, 1978. 328 с.