

УДК 629.3.023.26:614.841.45

*А.В. ДУДУНОВ, инженер (pirant01@mail.ru),
академия ГПС МЧС России, Москва*

Пожароустойчивость светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций

Представлены результаты испытаний светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций различной толщины и площади. Описаны зависимости критической разности температуры между открытой и закрытой рамой частью светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций от геометрических размеров (площади и толщины). Получены значения выпадения светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций после его растрескивания.

Ключевые слова: светопрозрачное заполнение, оконные конструкции, пожароустойчивость.

Пожароустойчивость светопрозрачного заполнения оконных конструкций, т. е. способность противостоять растрескиванию и обрушению, является важным фактором, влияющим на динамику развития пожара. Это связано с тем, что при разрушении светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций происходит резкий приток воздуха в зону горения и пожар начинает интенсивно развиваться. При вскрытии оконных конструкций в помещении, как правило, происходит объемное воспламенение (объемная вспышка), при которой пожар мгновенно охватывает все помещение и происходит быстрое выгорание всей пожарной нагрузки.

Разнообразие зданий по функциональному назначению, объемно-планировочным и конструктивным решениям обуславливает актуальность разработки научно обоснованного метода определения фактической пожароустойчивости светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций.

В работе [1] фактическая пожароустойчивость светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций ($P_{y(ф)}$) складывается из следующих элементов:

$$P_{y(ф)} = T_{раст} + T_{вс}, \quad (1)$$

где $T_{раст}$ – время от начала огневого воздействия до растрескивания светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций; $T_{вс}$ – время от момента рас-

трескивания до выпадения фрагментов светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций.

Проведенные экспериментальные исследования, а также анализ работ [1–5] показали, что время начала растрескивания светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций ($T_{раст}$) при пожаре прежде всего зависит от критической разности температур между открытой частью светопрозрачного заполнения и частью, закрытой рамой (далее $\Delta T_{кр}$), которая зависит от геометрических размеров (площадь и толщина). Это объясняется тем, что максимальная разность температуры во время эксперимента наблюдалась между открытой и закрытой рамой частью светопрозрачного заполнения оконных конструкций, а не по толщине светопрозрачного заполнения. Также растрескивание светопрозрачного заполнения во всех экспериментах наблюдалось от краев стекла к центру.

Установлено, что время от момента растрескивания стекла до выпадения фрагментов светопрозрачного заполнения оконных конструкций ($T_{вс}$) необходимо определять экспериментальным путем [1].

Были проведены экспериментальные исследования. Первый этап экспериментальных исследований включал серии опытов на малой огневой печи [6] с целью:

- определения $\Delta T_{кр}$ между открытой и закрытой рамой частью светопрозрачного заполнения, при которой происходит растрескивание образца;

Таблица 1

| Размеры стекла, мм | Время растрескивания / выпадения светопрозрачного заполнения от начала испытания, с | | |
|--------------------|---|---------|---------|
| | Номер стекла от огневой камеры | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 1010×1580 | 41/110 | 135/240 | 257/359 |
| 580×1610 | 50/120 | 152/250 | 273/394 |
| 620×1500 | 48/160 | 190/325 | 341/490 |
| 1000×1600 | 40/105 | 133/250 | 268/362 |
| 1200×1750 | 35/100 | 120/200 | 217/291 |
| 1300×1600 | 38/128 | 153/234 | 253/342 |

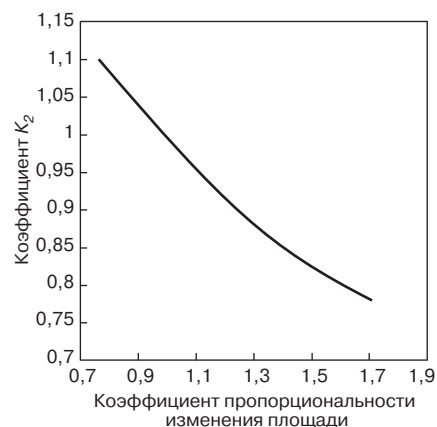
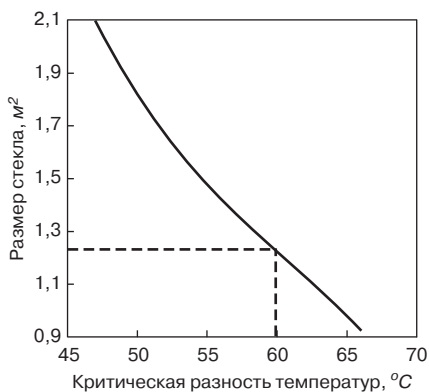
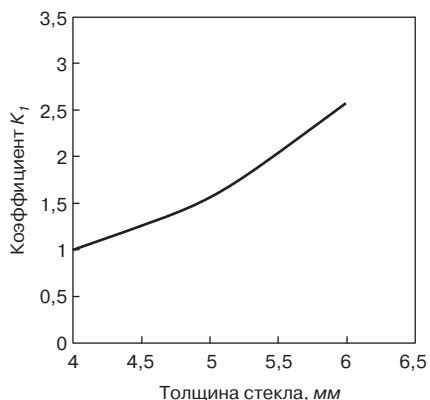


Рис. 1. Зависимость коэффициента K_1 , учитывающего изменение критической разности температур от толщины светопрозрачного заполнения при огневом воздействии

Рис. 2. Зависимость $\Delta T_{кр}$ от площади светопрозрачного заполнения при огневом воздействии

Рис. 3. Зависимость коэффициента K_2 от коэффициента пропорциональности изменения площади светопрозрачного заполнения при огневом воздействии

– определения влияния толщины светопрозрачного заполнения на $\Delta T_{кр}$ при огневом воздействии.

Количество экспериментов в каждой серии устанавливалось из необходимости получения данных, достаточных для построения функции зависимости $\Delta T_{кр}$ от толщины светопрозрачного заполнения оконной конструкции.

Второй этап экспериментальных исследований реальных оконных конструкций на сертифицированной установке проводился для определения:

- влияния площади светопрозрачного заполнения оконной конструкции на $\Delta T_{кр}$ при огневом воздействии;
- времени от момента растрескивания до момента выпадения фрагментов светопрозрачного заполнения оконной конструкции.

Количество экспериментов в каждой серии устанавливалось из необходимости получения данных, достаточных для построения функции зависимости $\Delta T_{кр}$ от площади стекла. На данном этапе фиксировались значения температур и время от начала испытания до растрескивания образца.

Температура открытой и закрытой рамой части определялась как средняя величина по показаниям двух термопар, расположенных на обогреваемой и необогреваемой стороне.

В результате серии из 6 экспериментов со стеклом каждой толщины (Борский стекольный завод) на малой огневой печи было установлено, что $\Delta T_{кр}$ для стекла толщиной 4 мм – от 60 до 65°C; для стекла толщиной 5 мм – от 91 до 98°C; для стекла толщиной 6 мм – от 134 до 140°C. Исходя из полученных значений критических температур за среднее принимается наименьшее значение – 60°C.

В результате проведенной серии из 6 экспериментов со стеклом каждого размера было получено $\Delta T_{кр}$ светопрозрачного заполнения и составляла: для 1010×1580 мм – от 51 до 56°C; для 580×1610 мм – от 63 до 67°C; для 620×1500 мм – от 65 до 70°C; для 1200×1750 мм – от 45 до 50°C; для 1000×1600 мм – от 50 до 55°C; для 1300×1600 мм – от 47 до 53°C.

При проведении эксперимента фиксировалось время растрескивания светопрозрачного заполнения и выпадения фрагментов из плоскости после его растрескивания (табл. 1).

Время выпадения светопрозрачного заполнения имеет значительный разброс – от 65 до 135 с. Во всех экспериментах значение $T_{вс}$ превышает 60 с, значит, для расчета фактической пожароустойчивости светопрозрачного за-

полнения оконных конструкций значение $T_{вс}$ можно принимать в среднем равное 1 мин.

В результате полученных экспериментальных данных для определения критической разности температур светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций в зависимости от толщины и площади принимается среднее значение $\Delta T_{кр} = 60^\circ\text{C}$.

Чтобы прогнозировать момент разрушения остекления при пожаре на основании полученных экспериментальным путем значений $\Delta T_{кр}$ для светопрозрачного заполнения оконных конструкций различных геометрических размеров (площади и толщины), необходимо ввести дополнительные коэффициенты, учитывающие эти параметры:

$$\Delta T_{кр} = K_1 \cdot K_2 \cdot 60. \quad (2)$$

Полученные значения $\Delta T_{кр}$ приведены в табл. 2.

В соответствии с представленными данными и принятой средней температурой из (2) можно вычислить коэффициент, учитывающий толщину стекла K_1 (табл. 3).

В соответствии с полученными значениями можно построить график зависимости коэффициента K_1 от толщ-

Таблица 2

| | | | |
|---|----|----|-----|
| Толщина стекла, мм | 4 | 5 | 6 |
| $\Delta T_{кр}$ для конструкций размером 370×270 мм, °C | 60 | 94 | 136 |

Таблица 3

| | | | |
|--------------------|---|------|------|
| Толщина стекла, мм | 4 | 5 | 6 |
| Коэффициент K_1 | 1 | 1,57 | 2,27 |

Таблица 4

| | | | |
|-------------------------------------|------|-----|-----|
| Размер стекла при толщине 4 мм, м² | 0,93 | 1,6 | 2,1 |
| Критическая разность температур, °C | 66 | 53 | 47 |

Таблица 5

| | | | |
|--|------|------|------|
| Коэффициент пропорциональности изменения площади* | 0,76 | 1,3 | 1,71 |
| Коэффициент K_2 | 1,1 | 0,88 | 0,78 |
| * Изменение площади проводится относительно стекла с площадью 1,23 м². | | | |

ны светопрозрачного заполнения оконной строительной конструкции $K_1 = f(\delta)$ (рис. 1).

Чтобы представить график зависимости коэффициента K_1 от толщины светопрозрачного заполнения при огневом воздействии в математическом выражении, использован метод полиномиальной аппроксимации по методу наименьших квадратов. Полученное выражение имеет вид:

$$K_1 = 0,215x^2 - 1,365x + 3,02. \quad (3)$$

Данное выражение справедливо для диапазона толщины стекла от 4 до 6 мм. Значения $\Delta T_{кр}$ светопрозрачного заполнения оконных конструкций различной площади представлены в табл. 4.

Чтобы определить площадь светопрозрачного заполнения с $\Delta T_{кр} = 60^\circ\text{C}$, как это принято при определении коэффициента K_1 , необходимо построить график зависимости $\Delta T_{кр}$ от размера светопрозрачного заполнения при огневом воздействии (рис. 2).

В соответствии с графиком площадь светопрозрачного заполнения равна 1,23 м².

Коэффициент K_2 из выражения (2) приведен в табл. 5.

В соответствии с полученными значениями можно построить график зависимости коэффициента K_2 от площади светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций $K_2 = f(\delta)$ (рис. 3).

Для получения математического выражения график зависимости K_2 от площади стекла при огневом воздействии использован метод полиномиальной аппроксимации по методу наименьших квадратов:

$$K_2 = 0,1721x^2 - 0,762x + 1,5797. \quad (4)$$

Выражение (4) справедливо для диапазона размеров светопрозрачного заполнения оконной конструкции от 0,93 м² до 2,1 м².

Полученные данные позволяют определять критическую разность температур между открытой и закрытой рамой частью светопрозрачного заполнения оконных строительных конструкций, а также прогнозировать время выпадения его фрагментов при различных температурных режимах пожара. Полученные зависимости справедливы для стекол толщиной от 4 до 6 мм и площадью от 0,93 до 2,1 м².

Список литературы

1. *Казиев М.М., Дудунов А.В.* Поведение остекления окон при пожаре // Жилищное строительство. 2009. № 3. С. 37–39.
2. *Cuzzillo B.R., Pagni P.J.* Thermal breakage of double-pane glazing by fire // Fire protection engineering. 1998. vol. 9. № 1. P. 1–11.
3. *Shields T.J., Silcock G.W., Hassani S.K.S.* The behavior of double glazing in an enclosure fire // Journal of Applied Fire Science. 1997–1998. Vol. 7(3). P. 267–286.
4. *Joshi A.A., Pagni P.J.* Fire-Induced Thermal Fields in Window Glass. I-Theori // Fire Safety Journal. 1994. P. 25–43.
5. *Keski-Rahkonen O.* Breaking of Window Glass Close to Fire // Fire and materials. 1988. vol. 12. P. 61–69.
6. *Казиев М.М., Дудунов А.В.* Огнестойкие светопрозрачные конструкции // Пожаровзрывобезопасность. 2007. № 2. С. 53–55.

ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ И ЖИЛИЩНОЙ ПОЛИТИКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА
ОР «СОЮЗ СТРОИТЕЛЕЙ УДМУРТИИ»
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»

ГОРОД ВЕКА
XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

25–28 мая 2010 года



Место проведения:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9
ФОЦ «Здоровье».

Тел./факс: (3412) 25-44-65, 25-48-68,
25-48-33, 25-47-33, 25-48-74
e-mail: gorod@vcudmurtia.ru

www.gorod.vcudmurtia.ru

XIV специализированная **ВЫСТАВКА**

27—30 мая

Хабаровск

Архитектура

СТРОИИНДУСТРИЯ

Город. Экология ДВ региона

Фестиваль «ДВ Зодчество—2010»

2010

Легкоатлетический манеж стадиона им. В.И. Ленина

☎ (4212) 56-61-29,
57-40-43, 57-40-44

✉ director@khabexpo.ru
stroy@khabexpo.ru

ХАБАРОВСКАЯ  **МЕЖДУНАРОДНАЯ**

ЯРМАРКА www.khabexpo.ru