

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.120-126>

УДК [614.841.332:692.49]:691.615.1

Давыдик М.А., канд. тех. наук, доц. Бирюк В.А., Мысливчик А.З.

Методы испытаний на огнестойкость светопрозрачных ограждающих конструкций на основе листового стекла

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск

Рассмотрены основные типы светопрозрачных фасадных конструкций, предел огнестойкости и предельные состояния для определенных видов светопрозрачной конструкции. Рассмотрены расчетные и экспериментальные методы определения огнестойкости, а также определение огнестойкости сложной светопрозрачной конструкции при проведении натурных испытаний.

Ключевые слова: пожар, светопрозрачная конструкция, предел огнестойкости, предельное состояние

M.A. Davydzik., Ph.D. (Tech.) V.A. Biruk., A.Z. Mysliuchyuk

Methods of testing of fire resistance of translucent barrier structures made of sheet glass

The state educational establishment «University of civil protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk

The main types of translucent barrier structures, the fire resistance limit and limit states for certain types of translucent structures are considered. Computational and experimental methods for determining fire resistance, as well as determining the fire resistance of a complex translucent structure during tests are considered.

Keywords: fire, translucent structure, fire resistance limit, limit state

Введение

В последние годы в Республике Беларусь и во всем мире активно развивается строительство высотных зданий, в большинстве своем выполненных с частичным или сплошным остеклением фасадов.

Современные технологии изготовления фасадных систем на основе стекла и алюминия способны удовлетворить практически любые запросы современной архитектуры.

Примером таких объектов в г. Минске могут служить здание Банка развития Республики Беларусь (пр. Машерова, 35), бизнес-центр «Роял Плаза» (пр. Победителей, 7а), жилой комплекс «Парус» (ул. Кальварийская, 16), а также запроектированные к строительству комплексы «Мир-Минск» и ряд других объектов.



Рисунок 1. – Проекты зданий с применением светопрозрачных фасадных конструкций: а) Минск-Мир; б) Газпром-Центр

Как правило, светопрозрачный фасад здания одновременно выполняет функции ограждающих наружных стен, обеспечивающих и теплоизоляцию здания, и является внешним видом здания, формирующим архитектурный облик города. Фасад воспринимает воздействия внешних факторов (дождь, ветер, температура окружающей среды), а также в случае возникновения внутреннего пожара должен обеспечить его нераспространение с наружной стороны здания.

При разрушении оконного заполнения происходит дополнительное поступление кислорода к очагу пожара, что увеличивает скорость выгорания горючей нагрузки, при этом продукты термического разложения, не сгоревшие в объеме помещения, выбрасываются через оконные проемы. Уносимые конвективными и ветровыми потоками не сгоревшие частицы догорают снаружи здания, создавая мощное температурное воздействие, формируемое вдоль плоскости фасада. Это становится причиной разрушения светопрозрачного заполнения на вышерасположенном этаже и перехода пожара на верхние этажи. Два пожара, расположенные один над

другим, взаимно усиливают друг друга, создавая еще более мощные температурные поля вдоль плоскости фасада, развитие пожара по фасаду здания приобретает прогрессирующий характер с вовлечением в него помещений, расположенных по горизонтали.

Основная часть

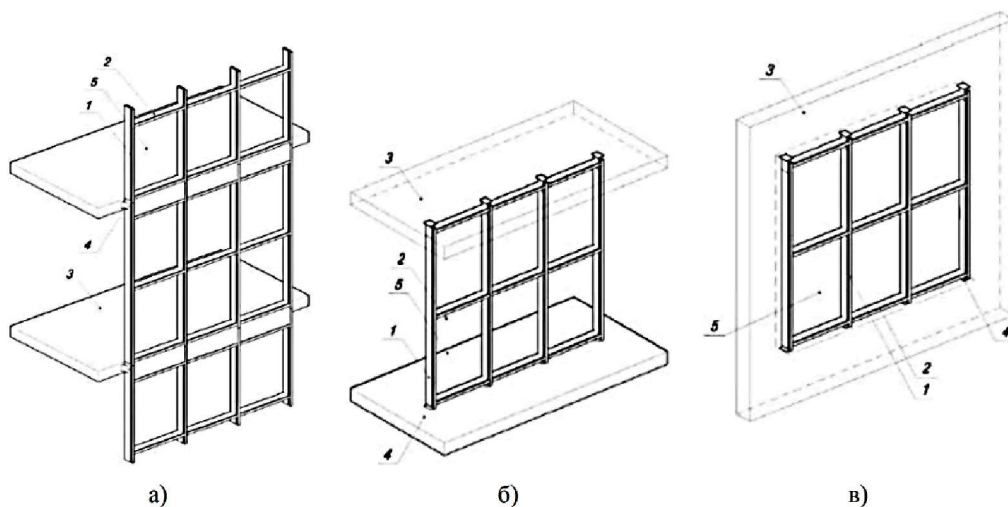
Основные типы светопрозрачных фасадов и предельные состояния светопрозрачных конструкций

Ограничение распространения пожара в здании достигается комплексом мер, включающих в себя требования, касающиеся огнестойкости и пожарной безопасности строительных конструкций, а также требования к объемно-планировочным решениям и конструктивному исполнению пожарных отсеков, лестничных клеток и путей эвакуации [1].

Существует два основных способа устройства светопрозрачных фасадов зданий [2]: первый способ предполагает навешивание светопрозрачных конструкций на отnose от каркаса здания и крепление к плитам перекрытия (рисунок 2, а), второй – встраивание светопрозрач-

ной конструкции между перекрытиями, от пола одного этажа до плиты перекрытия следующего (рисун-

нок 2, б), либо встраивание конструкции в стеновой проем (рисунок 2, в).



а) навесная; б) встраиваемая в перекрытии; в) встраиваемая в стене

1 – стойка; 2 – ригель; 3 – каркас здания; 4 – кронштейн крепления; 5 – заполнение

Рисунок 2. – Типы светопрозрачных фасадных конструкций:

Согласно [3] устанавливается предел огнестойкости по всем предельным состояниям для данного вида светопрозрачной конструкции:

1. Предельное состояние по критерию R (несущая способность). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию R, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) разрушение или выпадение стекла из испытательной рамы; 2) достижение предельной величины прогиба по ГОСТ 30247.1; 3) достижение предельной скорости увеличения прогиба по ГОСТ 30247.1.

2. Предельное состояние по критерию E (целостность). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию E, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) выпадение стекла из испытательной рамы; 2) появление на неподвергаемой огневому воздействию стороне стекла устой-

чивого пламени в течение 10 с и более.

3. Предельное состояние по критерию I (изоляция). Считают, что образец стекла достиг предельного состояния по критерию I, если наступил хотя бы один из следующих признаков: 1) повышение средней температуры неподвергаемой огневому воздействию поверхности стекла более чем на 140 °С по сравнению с ее начальной средней температурой; 2) повышение температуры в любой точке неподвергаемой огневому воздействию поверхности стекла более чем на 180 °С по сравнению с ее начальной средней температурой.

Огнестойкость светопрозрачной конструкции заключается в ее способности сохранять несущие и ограждающие функции в условиях пожара. В общем случае эта оценка заключается в определении промежутка времени от начала огневого

воздействия по стандартному температурному режиму до наступления одного из нормируемых для рассматриваемой конструкции предельных состояний по огнестойкости, перечисленных выше.

Методы определения огнестойкости светопрозрачной ограждающей конструкции

Существуют расчетные и экспериментальные методы определения огнестойкости.

Авторами [4] предложен метод расчета огнестойкости однослойного стеклопакета, в основе которого лежит зависимость предела огнестойкости по критерию достижения критических напряжений в панели, приводящих к ее разрушению от критической температуры при разной интенсивности радиационного теплового потока, поступающего на поверхность панели для алюминиевого, пластикового и деревянного оконного профиля.

Определение огнестойкости сложной светопрозрачной конструкции возможно только при проведении натуральных испытаний, однако и в этом случае методика носит индивидуальный характер и зависит от целого ряда факторов (тип конструкции, площадь остекления, толщина стекла, внешнее воздействие и другие).

В настоящий момент подготовлен проект международного стан-

дарта ГОСТ «Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов», в котором устанавливаются требования к методам испытаний:

- на огнестойкость наружных ненесущих стен междуэтажного заполнения со светопропускающими элементами;

- на огнестойкость перегородок со светопропускающими элементами площадью 5 % и более от общей площади конструкции;

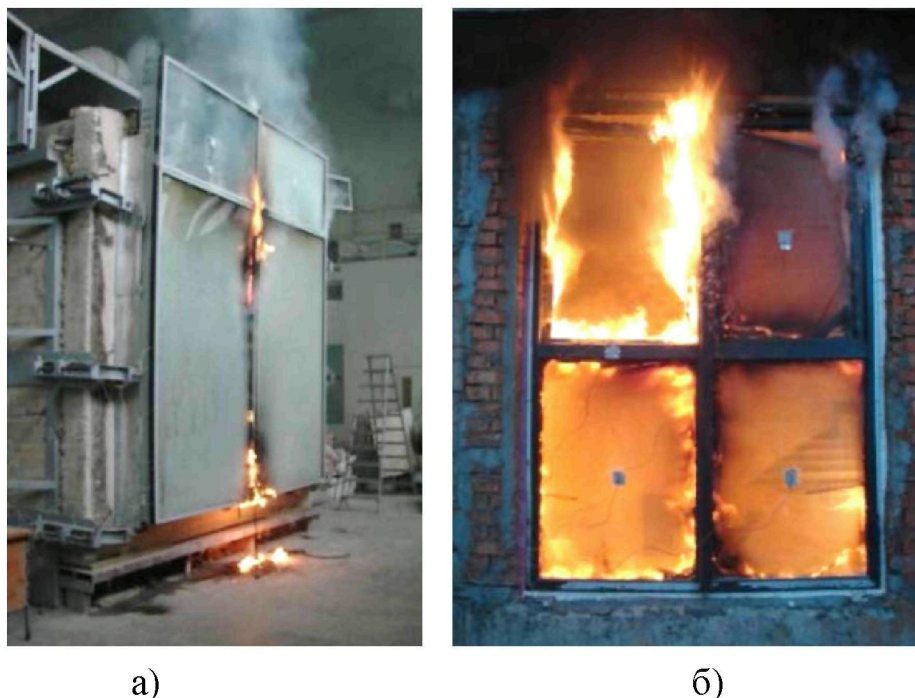
- на огнестойкость конструкций заполнений проемов в противопожарных преградах: окон, а также дверей, ворот, люков со светопропускающими элементами площадью более 25 % от площади проемов в свету;

- на огнестойкость конструкции покрытий и перекрытий, если к ним предъявляются требования по огнестойкости;

- на пожаростойкость стекла и изделий из него.

При испытаниях образцов светопрозрачных ограждающих конструкций и заполнений проемов определяют предельные состояния, описанные выше (R, E, I).

Примеры проведения натуральных испытаний светопрозрачных конструкций приведены на рисунках 3 и 4.



а) б)
Рисунок 3. – Пример одноэтажного светопрозрачного фасада в начале (а) и в конце (б) испытаний

Стендовое оборудование для испытаний образцов стекол на пожаростойкость включает в себя:

- испытательную установку (печь) с системой подачи и сжигания топлива, обеспечивающую возможность теплового воздействия на образцы стекол с одной стороны;

- ограждающую конструкцию с монтажным приспособлением (рамой) для установки и крепления образцов;

- систему измерения и регистрации температуры, плотности потока теплового излучения, давления, включая оборудование для проведения фото- или видеосъемки.

Образцы устанавливают и закрепляют в проеме ограждающей конструкции с помощью монтажного приспособления. Для измерения температуры на необогреваемой поверхности образца устанавливаются

термопары. Термопары должны устанавливаться с использованием термостойкого клея. Каждую термопару закрывают накладкой из негорючего материала. Не допускается наличие клея между поверхностью образца и спаем термопары.

Испытания проводят до наступления одного из предельных показателей пожаростойкости стекла. Испытание может быть продолжено после наступления предельного показателя потеря теплоизолирующей способности (I) для выявления значения времени наступления предельного показателя потеря целостности (E). Если испытание заканчивается до наступления нормированных предельных показателей пожаростойкости, то причина окончания испытания должна быть указана в отчете.



а)



б)

Рисунок 4 – Пример многоэтажного светопрозрачного фасада до (а) и после (б) испытаний

В этом случае величиной пожаростойкости является время проведения испытания.

Результаты испытаний оценивают по времени достижения предельных показателей.

Заключение

Натурное огневое испытание сложной светопрозрачной конструкции позволит установить характер развития пожара с внешней стороны здания, оценить воздействие пламени пожара, выходящего из горящего помещения, влияние внешнего конвективного потока на разрушение оконного заполнения вышерасположенного этажа, а также вовлечение в пожар горючей нагрузки, расположенной на вышележащем этаже.

Таким образом, использование предложенного метода позволяет определить истинные значения огнестойкости светопрозрачных ограж-

дающих конструкций и расширить области их применения для возведения высотных зданий с частичным или сплошным остеклением фасадов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-3.02-108–2008 (02250) Высотные здания. Строительные нормы проектирования: технический кодекс установившейся практики [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа : 04.09.2020.

2. ГОСТ 33079-2014. Конструкции фасадные светопрозрачные навесные. Классификация. Термины и определения: государственный стандарт [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Да-

та доступа : 04.09.2020.

3. ГОСТ 33000-2014. Стекло и изделия из него. Метод испытания на огнестойкость: межгосударственный стандарт [Электронный ресурс // Информационно-поисковая система «СтройДОК online»]. – Режим доступа : <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа : 04.09.2020.

4. Дмитриченко, А.С. Расчет предела огнестойкости однослойного стеклопакета / А.С. Дмитриченко, С.В. Здитовецкая, С.И. Мамедова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 2. – С. 117–126.

5. Казиев, М.М. Разрушение светопрозрачных строительных конструкций при тепловом воздействии в условиях пожара [Текст] / М.М. Казиев, А.В. Подгрушный, А.В. Дудунов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2009. – № 2. – С. 5–10.

3. GOST 33000-2014. Steklo i izdeliya iz nego. Metod ispytaniya na ognestojkost': mezhgosudarstvennyj standart [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.

4. Dmitrichenko, A.S. Raschet predela ognestojkosti odnoslojnogo steklopaketa / A.S. Dmitrichenko, S.V. Zditoveckaya, S.I. Mamedova // Vestnik Universiteta grazhdanskoj zashchity MCHS Belarusi, T. 3, № 2, 2019. – S.117-126.

5. Kaziev, M.M. Razrushenie svetoprozrachnyh stroitel'nyh konstrukcij pri teplovom vozdejstvii v usloviyah pozhara [Tekst] / M.M. Kaziev, A.V. Podgrushnyj, A.V. Dudunov // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. – 2009. – № 2. – S. 5–10.

REFERENCES

1. ТКР 45-3.02-108–2008 (02250) Vysotnye zdaniya. Stroitel'nye normy proektirovaniya: tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.

2. GOST 33079-2014. Konstrukcii fasadnye svetoprozrachnye navesnye. Klassifikaciya. Terminy i opredeleniya: gosudarstvennyj standart [Elektronnyj resurs // Informacionno-poiskovaya sistema «StrojDOK online»]. – Rezhim dostupa : <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa : 04.09.2020.

