

М. А. Давыдик, адъюнкт
Е. В. Юрчик, курсант
(УГЗ МЧС Беларуси, г. Минск)

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

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 нашей стране могут служить здание Банка развития Республики Беларусь (г. Минск, пр. Машерова-35), бизнес-центр «Роял Плаза» (г. Минск, пр. Победителей-7а), жилой комплекс «Парус» (г. Минск, 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.

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 откосе от каркаса здания и крепление к плитам перекрытия (рис. 2, а), второй – встраивание светопрозрачной конструкции между перекрытиями, от пола одного этажа до плиты перекрытия следующего (рис. 2, б), либо встраивание конструкции в стеновой проем (рис. 2, в).

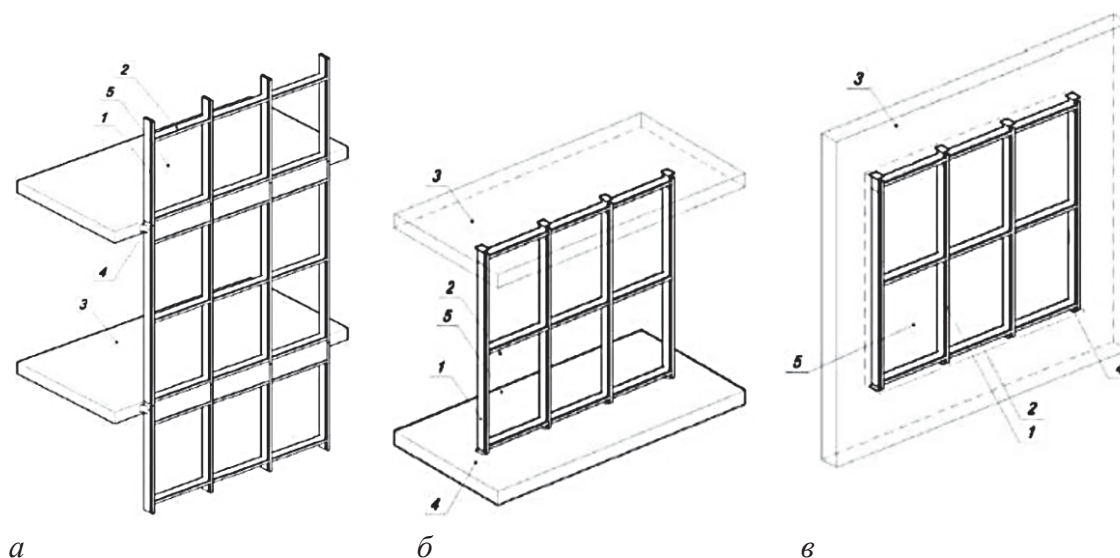


Рисунок 2 – Типы светопрозрачных фасадных конструкций:
а – навесная; *б* – встраиваемая в перекрытии; *в* – встраиваемая в стене;
 – стойка; 2 – ригель; 3 – каркас здания; 4 – кронштейн крепления;
 – заполнение

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 устойчивого 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.

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 натурных испытаний, однако и в этом случае методика носит индивидуальных характер и зависит от целого ряда факторов (тип конструкции, площадь остекления, толщина стекла, внешнее воздействие и др.). В настоящий

момент подготовлен проект международного стандарта ГОСТ «Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов», в котором устанавливаются требования к методам испытаний:

- на огнестойкость наружных несущих 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 жаростойкость стекла и изделий из него.

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

Примеры проведения натурных испытаний светопрозрачных конструкций приведены на рис. 3 и 4.



a



b

Рисунок 3 – Пример одноэтажного светопрозрачного фасада в начале (*a*) и в конце (*b*) 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.



а



б

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

Образцы устанавливают и закрепляют в проеме ограждающей конструкции с помощью монтажного приспособления. Для измерения температуры на необогреваемой поверхности образца устанавливаются термомпары. Термомпары должны устанавливаться с использованием термостойкого клея. Каждую термомпару закрывают накладкой из негорючего

материала. Не допускается наличие клея между поверхностью образца и спаем термопары.

Испытания проводят до наступления одного из предельных показателей жаростойкости 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 жаростойкости, то причина окончания испытания должна быть указана в отчете. В этом случае величиной жаростойкости является время проведения испытания. Результаты испытаний оценивают по времени достижения предельных показателей.

Таким образом, использование предложенного метода позволяет определить истинные значения огнестойкости светопрозрачных ограждающих 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>. – Дата 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, Т. 3, № 2, 2019. – 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.