

С. П. Трофимов, канд. техн. наук, доцент

## ОСТЕКЛЕНИЕ БАЛКОНОВ И ЛОДЖИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

The elements of balcony and loggia glass cover with application in designs of wood. The purpose of job consist in study of carried functions, conditions of installation and operation with definition of specifications on their manufacturing (requirements functional, constructive, ergonomic, to materials etc.). The technical requirements to products and task of perfection of their designs are determined. The results of researches are used by development of state standard of Republic Belarus.

**Введение.** Остекление балконов и лоджий получает широкое применение в жилых и общественных зданиях. Оно является элементом архитектурного облика и интерьера, средством усиления эффективности ограждающих конструкций зданий (тепло-, шумо- и влагоизоляции помещений, уменьшения проникновения пыли) и решения некоторых бытовых потребностей жильцов.

Остекление уже давно практиковалось в порядке частной инициативы и в нарушение запрета со стороны архитектурного надзора и коммунальных служб (рис. 1). В прошлом десятилетии в результате ослабления государственного контроля и приватизации жилья несанкционированное остекление балконов и лоджий приобрело массовый характер.



Рис. 1. Пример самодельного остекления балконов

Значительная часть работ по остеклению балконов и лоджий производилась жильцами самостоятельно с применением доступных, простых в обработке и дешевых древесных материалов, а также вновь изготовленных или бывших в употреблении старых окон. Нарастающий спрос на этот вид услуг стал удовлетворяться частными предпринимателями и фирмами, часть из которых была зарегистрирована на этот вид деятельности.

Ограничения на остекление балконов и лоджий выдерживалось только по отношению к фасадам домов, выходящих на центральные магистрали крупных городов, и памятников архитектуры.

Самовольное остекление балконов и лоджий ведет к значительному ухудшению облика зданий (рис. 1) и архитектурных ансамблей, несет ряд потенциальных опасностей, связанных с монтажом и длительной эксплуатацией конструкций, особенно в зданиях повышенной этажности. С этим обстоятельством связано появление нормативных документов, устанавливающих требования к получению разрешения и необходимости выполнения проекта на этот вид строительных работ.

**Основная часть.** В условиях массового проектного остекления балконов и лоджий (рис. 2) появилась необходимость организации серийного производства элементов остекления и разработки соответствующего стандарта [1], устанавливающего технические условия на их изготовление.



Рис. 2. Пример проектного остекления лоджий

Согласно определению, данному в стандарте, элементом остекления балкона и лоджии является наружная ограждающая конструкция здания в соответствующей зоне, предназначенная для сообщения с окружающим пространством, естественного освещения и вентиляции ее и помещений, улучшения защиты от атмосферных, шумовых воздействий и состоящая из рамы (как правило), светопрозрачной части и уплотнения монтажных швов.

Следует отметить, что наряду с деревянными элементами остекления в настоящее время все более широко используются специальные профильные системы и изделия из алюминия и поливинилхлорида. Однако нет сомнения в

том, что древесина и далее будет иметь применение в остеклении, особенно в зданиях малой (1–3 этажа), средней этажности (4–5) и в многоэтажных (6–9 этажей).

Створка элемента остекления балконов и лоджий из древесины представляет собой рамную конструкцию с заполнением ее проема светопрозрачным материалом. Створки обычно устанавливаются в раму коробки. Помимо вышеуказанных составляющих элемент остекления включает: нащельники, соединительные элементы, некоторые другие детали и комплектующие изделия (прокладки, открывания, фиксации положения и запирающие створки).

Рассматриваемые элементы остекления относятся к столярным изделиям, изготавливаемым полностью или в основном из древесины и древесных материалов, однако в конструкции их могут использоваться алюминиевые и поливинилхлоридные профили (например, в отливах или накладках на наружной поверхности рам). Эти изделия характеризуются тщательной обработкой поверхности, точной пригонкой соединений и сборочных единиц.

В рамных конструкциях элементов остекления используются цельные или клееные профилированные бруски, сборка их осуществляется посредством столярных (обычно шиповых клеевых) соединений.

Прочность, долговечность и экономичность изделий обеспечиваются на стадии конструирования обоснованным выбором материалов, размеров деталей, элементов и назначением характеристик соединений, а установочные габариты определяются геометрическими характеристиками монтажного проема. Надежность, срок службы и внешний вид элементов остекления зависят также от конкретных условий монтажа и эксплуатации, от качества клеевых и лакокрасочных материалов, периодичности проведения работ по восстановлению защитно-декоративного покрытия и замены уплотняющих прокладок [2].

Цель выполненной работы заключалась в изучении функций, условий монтажа и эксплуатации элементов остекления балконов и лоджий с определением технических условий на их изготовление (требований функциональных, конструктивных, эргономических, к материалам и др.). На основе общих технических требований должны решаться задачи совершенствования конструкции этих изделий.

Элементы остекления балконов и лоджий разнообразны по архитектурным, конструктивным, компоновочным решениям (рис. 3) и материалам.

Применительно к деревянным элементам остекления балконов и лоджий стандартом предусмотрены классификационные признаки по конструктивному исполнению, материалу

заполнения светопрозрачной части и виду отделки рам.

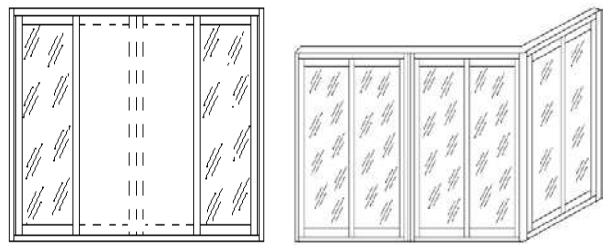


Рис. 3. Примеры компоновки элементов остекления

По конструктивному исполнению элементы остекления должны быть одинарными.

В зависимости от числа створок в ряду остекления выделяют одно-, двух- и многостворчатые элементы остекления.

Стандартом предусмотрено открывание створок внутрь помещения, а также сдвиг влево и вправо в плоскости остекления.

По способам открывания створок выделяют: распашные с поворотом вокруг вертикальной крайней оси, откидные с поворотом вокруг нижней горизонтальной оси, поворотно-откидные с поворотом вокруг вертикальной и нижней крайней осей, раздвижные (включая наклонно-сдвижные) с горизонтальным перемещением створок и глухие (допускаются при наличии в конструкции других открывающихся створок).

В организации притвора створок предусмотрены элементы остекления безымпостные и с импостами.

По материалам рам элементы остекления могут быть деревянными и комбинированными (сочетание с алюминием и поливинилхлоридом).

Стандарт устанавливает также требования назначения, надежности, стойкости к воздействиям, эргономики и эстетики, конструктивные, к материалам, комплектующим изделиям и безопасности элементов остекления. Обычно для изготовления рам используют смолистую древесину хвойных пород.

К особенностям элементов остекления балконов и лоджий с учетом выполняемых функций и условий применения, относятся:

- 1) пониженные требования к изоляции от внешней среды в сравнении с окнами по [3];
- 2) повышенные требования безопасности, как к элементу лицевой поверхности здания;
- 3) меньшая степень защищенности от ветра и температурно-влажностных воздействий на элементы по сравнению с окнами;
- 4) необходимость обеспечения стойкости с учетом изменения ветровой нагрузки по высоте здания;
- 5) увеличенная площадь остекления при меньших размерах поперечного сечения элементов по сравнению с окнами;

6) монтаж в нестандартизированные по размерам и непрямоугольные по форме (по данным автора до 10 см на 6 м) проемы без четверти, нередко с плохим состоянием материала конструкций примыкания (рис. 3);

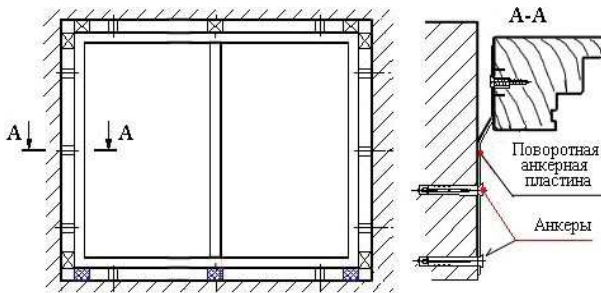


Рис. 4. Схема монтажа элемента остекления на анкерные пластины

7) высокие требования к архитектурному решению и стилевому единству в здании;

8) требования обеспечения возможности эвакуации;

9) усложненные условия выполнения монтажных работ, обслуживания и демонтажа;

10) юридические ограничения на технические характеристики и возможность установки;

11) технические и материальные ограничения изготовителей монтажных организаций.

Специфика условий установки, конструктивного исполнения и требований к элементам остекления обусловили необходимость проведения некоторых исследований.

Элементы остекления балконов и лоджий эксплуатируются в условиях широкого диапазона изменения температуры и влажности, в сочетании большими форматами рам это может создавать проблемы обеспечения необходимых зазоров в притворах, нормальной работы уплотнителей и фурнитуры.

Для иллюстрации этих проблем определим возможные изменения размера  $\beta$  створки формата  $1000 \times 1600$  мм из массива сосны в результате усушки и разбухания древесины без учета коэффициента термического расширения [4, 5, 7] при ширине брусков  $a = 60$  мм:

$$\beta = [K_{\beta t} \cdot 2a + K_{\beta l} \cdot (A - 2a)] \Delta W [0, 1], \quad (1)$$

где  $K_{\beta t}$  и  $K_{\beta l}$  – коэффициенты усушки в тангенциальном направлении и по длине волокон [3];  $a$  и  $A$  – ширина бруска и ширина или высота рамы, мм;  $\Delta W$  – годовой диапазон изменения равновесной влажности древесины.

К примеру, при изменении температуры в пределах  $+5 \dots +25^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $20\text{--}60\%$  равновесная влажность древесины (по П. С. Серговскому) будет колебаться от  $5,7$  до  $11\%$  [4], тогда возможное изменение  $\beta$  размера створки и зазора в притворе (без учета изменений в бру-

сках коробки) составит: по ширине  $2,4$  мм, по высоте  $2,7$  мм.

В продолжение темы оценки влияния атмосферных условий на геометрические характеристики элементов остекления следует отметить актуальность исследования коробления деревянных рам вследствие знакопеременной величины градиента влажности брусков от наружной до внутренней их поверхности.

При рассмотрении водопроницаемости конструкции остекления был сделан вывод о необходимости проведения дополнительных экспериментальных исследований, по результатам которых должно быть установлено нормативное значение показателя.

Важным компонентом конструктивного анализа элементов остекления балконов и лоджий является расчет на ветровую нагрузку. Расчет может быть проведен на основе [7] по методикам производителей профильных систем, с учетом условий установки изделий (высотная отметка, ориентация и окружение объекта). Ветровая нагрузка принимается во внимание при ограничении размеров створок, определении сечений брусков и толщины стекла.

Например, предельная высота раздвижной створки, устанавливаемой в верхних и нижних направляющих коробки (рис. 2), и стекла в ней должна быть ограничена с учетом ветровой нагрузки и допустимого прогиба конструктивного элемента (обычно по [3] в пределах  $1/300$  наибольшего размера, как правило, высоты).

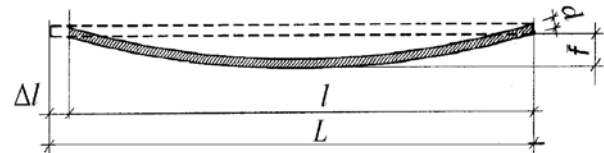


Рис. 5. Изменение геометрических характеристик стекла в проеме створки при прогибе

Изменения геометрических характеристик стекла в створке при его прогибе (рис. 5) могут быть определены по методике [5]:

длина проекции изогнутого стекла на плоскость

$$L = l + \frac{8f^2}{3l}; \quad (2)$$

уменьшение длины проекции стекла

$$\Delta l = \frac{2,67f^2}{L}, \quad (3)$$

$L$  – начальная длина плоского стекла;  $l$  – длина проекции прогнувшегося стекла;  $\Delta l$  – уменьшение длины проекции стекла.

При расчете стекла с прогибом, не превышающим его толщины, рекомендуется исполь-



зывать формулу База, при более значительном прогибе необходим расчет мембранных напряжений в системе дифференциальных уравнений для пространственной оболочки [5, 8].

Толщина стекла с учетом равномерно распределенной ветровой нагрузки может быть определена по формуле Маркуса [5, 7, 8]

$$t = 1000 \sqrt{\frac{3}{4\sigma_s} \cdot \frac{Pv}{s} \cdot \left(1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{r^2}{1+r^4}\right) \cdot \frac{r(1-r^2)}{1+r^2}}, \quad (4)$$

где  $t$  – толщина листового стекла;  $\sigma_s$  – допустимое расчетное напряжение, н/м<sup>2</sup>;  $P$  – полная ветровая нагрузка, кН;  $r$  – соотношение размеров сторон стекла  $b/h$ ;  $h$  – размер короткой стороны, м;  $v$  – коэффициент Пуассона.

При назначении поперечного сечения брусьев рам принимаются во внимание давление ветра (ветровые районы Беларуси – I и Ia) по [7] и вес светопрозрачного элемента (стекла), допустимый относительный прогиб (обычно до 1/300 длины), эпюра нагружения (рис. 6), ряд поправочных коэффициентов, а также условия размещения элемента остекления по [7].

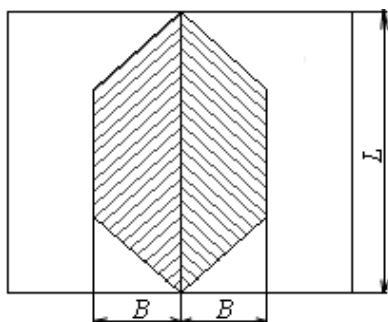


Рис. 6. Характер эпюры нагружения импоста рамы

Требуемый момент инерции, характеризующий поперечное сечение брусьев рам может быть определен по формуле

$$I_{\text{треб}} = \frac{WL^4 B}{KEf} (25 - 40(B/L)^2 + 16(B/L)^4), \quad (5)$$

где  $W$  – давление ветра, Па;  $L$  – длина бруска, см;  $B$  – ширина эпюры нагружения;  $K$  – постоянная величина, [5];  $E$  – модуль упругости, древесины при статическом изгибе – около 400 МПа, [6]; допустимый относительный прогиб (обычно до 1/300 длины  $L$ ).

При анализе деформаций створки конструктором может быть использовано программное

обеспечение производителей профильных систем и нормативные показатели [7].

**Заключение.** Более детальный анализ напряженно-деформированного состояния рам остекления для конкретных конструктивных и размерных характеристик изделий, их ориентации в пространстве и места установки, нагрузок и условий взаимодействия с окружающей средой должен проводиться посредством компьютерного моделирования и численного эксперимента на основе метода конечных элементов.

Результаты аналитических работ и исследований использованы при разработке государственного СТБ «Элементы остекления балконов и лоджий. Технические условия».

На основе требований стандарта и вышеуказанных расчетов при конструировании для конкретных изделий должна быть обеспечена функциональность, экономичность, надежность и безопасность выпускаемых элементов остекления балконов и лоджий.

### Литература

1. Трофимов, С. П. Требования к деревянным элементам остекления балконов и лоджий / С. П. Трофимов // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века* // Труды II Междунар. Евразийского симпозиума. – Екатеринбург, 2007. – С. 149–152.
2. Цитц, Г. Производство оконных и дверных блоков / Г. Цитц. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 224 с.
3. Окна и балконные двери для зданий и сооружений. Общие технические условия: СТБ 939-93. – Минск: М-во архитектуры и строва Респ. Беларусь, 2003. – 32 с.
4. Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б. Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2002. – 340 с.
5. Борискина, И. В. Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий: в 2 т. / И. В. Борискина, Н. В. Шведов, А. А. Плотников. – СПб.: Межрег. ин-т окон, 2005. – Т. I: Основы проектирования. – 160 с.
6. Деревянные конструкции: СНБ 5.05.01-2000. – Минск: М-во архитектуры и строва Респ. Беларусь, 2000. – 71 с.
7. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85\*\*. – М.: ЦИТП, 1988. – 40 с.
8. Рудицын, М. Н. Справочное пособие по сопротивлению материалов / М. Н. Рудицын, П. Я. Артемов, М. И. Любошиц. – Минск: Выш. шк., 1970. – 630 с.