

УДК 691.615.1

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СВЕТОПРОПУСКАЮЩИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Краснова Елизавета Евгеньевна, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: lizochka.krasnova2001@gmail.com

Научный руководитель: **Гаврилов Александр Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: pialex@bk.ru

Аннотация. По всему миру светопрозрачные конструкции широко используются для отделки торговых и развлекательных центров, коммерческих и административных зданий, становясь неотъемлемой частью городской среды. Развитие систем фасадного остекления общественных зданий направлено на улучшение технических характеристик стеклопакетов через применение инновационных конструктивных и инженерных решений, таких как снижение энергопотребления, улучшение микроклимата помещений, повышение светопропускания стекол и уменьшение теплопотерь.

В данной статье были рассмотрены светопропускающие конструкции, включая системы стоечно-ригельного, структурного, модульного, спайдерного и вантового остекления. Также проведен анализ основных эксплуатационных показателей и стоимости данных систем, который позволил определить наиболее оптимальный тип фасадного остекления.

Ключевые слова: светопропускающие конструкции, фасадные системы, стоечно-ригельное остекление, структурное остекление, модульное остекление, спайдерное остекление, вантовое остекление.

Для цитирования: Краснова Е. Е. Анализ современных светопропускающих ограждающих конструкций // Шаг в науку. – 2024. – № 4. – С. 55–62.

ANALYSIS OF MODERN TRANSLUCENT ENCLOSING STRUCTURES

Krasnova Elizaveta Evgenievna, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: lizochka.krasnova2001@gmail.com

Research advisor: **Gavrilov Alexander Alexandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Production Technology, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: pialex@bk.ru

Abstract. All over the world, translucent structures are widely used for finishing shopping and entertainment centers, commercial and administrative buildings, becoming an integral part of the urban environment. The development of facade glazing systems for public buildings is aimed at improving the technical characteristics of double-glazed windows through the use of innovative design and engineering solutions, such as reducing energy consumption, improving the indoor microclimate, increasing the light transmission of glass and reducing heat loss.

This article examines translucent structures, including mullion-transom, structural, modular, spider and cable-stayed glazing systems. It also analyzes the main performance indicators and cost of these systems, which made it possible to determine the most optimal type of facade glazing.

Key words: translucent structures, facade systems, mullion-transom glazing, structural glazing, modular glazing, spider glazing, cable-stayed glazing.

Cite as: Krasnova, E. E. (2024) [Analysis of modern translucent enclosing structures]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 55–62.

Для определения оптимального фасадного остекления, применяемого в зданиях различного назначения, необходимо рассмотреть существующие светопрозрачные ограждающие конструкции и сравнить их основные характеристики.

Основу светопрозрачных конструкций составляют алюминиевые экструдированные профили стоечно-ригельной и модульной системы. Для обеспечения герметичности и защиты от воды и вибраций используются резиновые уплотнители, которые обес-

печивают плотное соединение элементов фасада.

Конструкция фасада включает опорные стойки и ригели с пазами для вентиляции и сброса конденсата. Алюминиевые профили устанавливаются внутри фасада и крепятся к несущей конструкции здания. Внешний вид и цвет здания определяются выбранным типом наполнения фасада. Стекло крепится снаружи при помощи прижимных профилей по горизонтали и вертикали (рисунок 1).

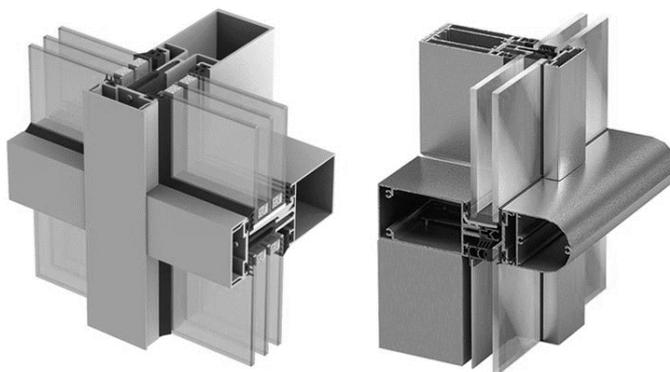


Рисунок 1. Стоечно-ригельная система

Источник: взято из источника ALPICA^{mm} строительная компания. – URL: https://www.alpicagroup.ru/osteklenie_fasadov/sistemy_osteklenija_fasadov/stoechno_rigelnoe_osteklenie.html (дата обращения: 24.04.2024)

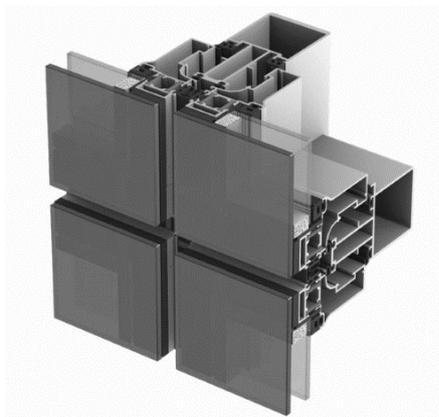


Рисунок 2. Стоечно-ригельный фасад со структурным остеклением

Источник: взято из источника ALPICA^{mm} строительная компания. – URL: https://www.alpicagroup.ru/osteklenie_fasadov/sistemy_osteklenija_fasadov/stoechno_rigelnoe_osteklenie.html (дата обращения: 24.04.2024)

Сверху декоративные накладки различных форм (круглой, плоской или миндалевидной) закрывают прижимные профили. Накладки имеют дизайн, соответствующий несущей конструкции, что придает фа-

саду эстетичный вид. При объединении стоечно-ригельной системы со структурным остеклением фасад выглядит цельным благодаря отсутствию выступающих профилей и маленьких швов [4].

Фасад с использованием структурного остекления представляет собой конструкцию навесного фасада, где профили не выступают за плоскость заполнения, а швы между стеклопакетами герметизируются наружными герметиками или уплотнительными прокладками (рисунок 2).

Расстояние между стеклопакетами ограничивается двумя сантиметрами, что создает впечатление единого стеклянного монолитного фасада.

Основной особенностью структурного остекления является отсутствие механических креплений, поскольку несущей конструкцией служит силиконовый герметик.

При структурном остеклении стеклопакеты крепятся на силиконовый герметик двумя способами: двухсторонним и четырёхсторонним.

Особенностью структурного остекления являются специальные стеклопакеты, где наружное стекло длиннее внутреннего, что позволяет им одновременно приклеиваться к опорной раме и увеличивать прочность конструкции. Обычно для наружного стекла используется закаленное, а для внутреннего – триплекс.

При использовании структурного остекления в фасадной системе применяются только высоко-

качественные профили и стеклопакеты с высокими характеристиками звуко- и теплоизоляции, что повышает способность системы выдерживать большие нагрузки [5].

Модульный фасад, или панельный фасад, представляет собой вид ограждающей конструкции из алюминиевых профилей, которая собирается посекционно на производстве (рисунок 3). При монтаже секции соединяются между собой и крепятся на специальных кронштейнах. Кронштейны для модульного фасада могут быть установлены заранее на перекрытиях или на самой модульной конструкции. Это позволяет существенно сократить время монтажа по сравнению с традиционными фасадными системами – до 60–70%.

По своей конструкции модульные фасады делятся на несколько типов: светопрозрачные с остеклением, частично остекленные и несветопрозрачные, облицованные различными материалами.

Каждый модуль разделен шпрусами, ригелями и стойками на более мелкие поля заполнения, что придает конструкции как конструктивную прочность, так и визуальную привлекательность [6].



Рисунок 3. Модульный фасад

Источник: взято из источника ALPICA^{mm} строительная компания. – URL: https://www.alpicagroup.ru/osteklenie_fasadov/modulnoe_osteklenie.html (дата обращения: 24.04.2024)

Отличительной особенностью спайдерного остекления от других методов установки прозрачных конструкций является отсутствие несущих рамок между панелями, так как они крепятся специальными приспособлениями.

В данной технологии стекло крепится к спайдеру с помощью рутелей через заранее просверленные отверстия. Спайдер представляет собой пространст-

венный кронштейн из высоколегированной стали, между которым заполняют щели силиконовым герметиком.

Разнообразие форм и размеров этих крепежных элементов позволяет выбрать модель, соответствующую необходимым нагрузкам и дизайну фасада по желанию заказчика (рисунок 4).

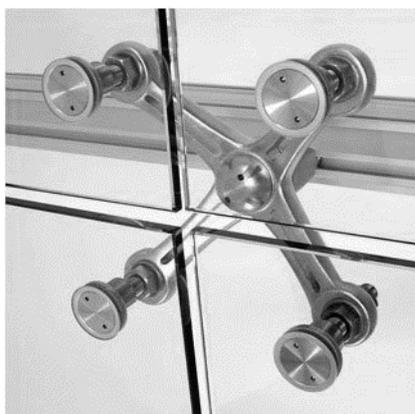


Рисунок 4. Спайдерное остекление

Источник: взято из источника ALPICA^{mm} строительная компания. – URL: https://www.alpicagroup.ru/osteklenie_fasadov/sistemy_osteklenija_fasadov/spajdernoe_osteklenie.html (дата обращения: 24.04.2024)

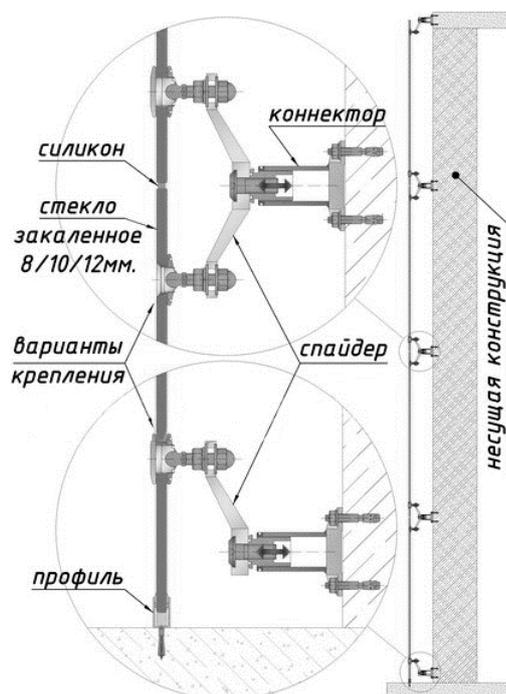


Рисунок 5. Крепление стекла в спайдерном остеклении

Источник: взято из источника Бастيون вентилируемые фасадные системы. – URL: <https://www.facade.ru/services/fasadnoe-osteklenie/spider-glazing/> (дата обращения: 24.04.2024)

Благодаря уникальной конструкции спайдеров, остекление может быть выполнено с соединением панелей под любым углом, обеспечивая равномерное распределение нагрузки по всем точкам крепления.

Все компоненты спайдерного остекления фасадов – стекло, крепежные элементы, металлические

конструкции и герметики – подбираются на основе расчетов, учитывая назначение объекта, предполагаемые нагрузки, его местоположение, климатические условия и другие факторы.

Основным элементом спайдерного остекления является стекло, стоимость которого может состав-

лять до 70% от общей стоимости проекта. Для обеспечения теплоизоляции в помещениях используются стеклопакеты, в других случаях – триплекс и закаленное стекло. Швы подготовленной системы остекления заполняются специальными герметиками.

Для крепления панелей применяются различные элементы крепежа – рутели, коннекторы и спайдеры. Крепления изготавливаются из нержавеющей стали (рисунок 5).

Внешний вид спайдеров зависит от их обработки и может быть различным: сатинированным, зеркальным или окрашенным краской PVF.

Несмотря на преимущества спайдерных систем остекления, такие конструкции имеют и недостатки.

Недостаточная разработанность технологии и методики расчета крепления стекла и спайдеров приводит к повреждениям панелей при монтаже. Кроме того, использование спайдерных систем требует значительных финансовых затрат и привлечения высококвалифицированных специалистов, количество которых пока недостаточное [2].

Вантовое остекление – это тип светопрозрачных фасадов, появившийся недавно, быстро стал популярным и престижным [7]. Он представляет собой разновидность спайдерной системы остекления, где стеклопакеты крепятся точечным способом без использования рам и перегородок (рисунок 6).

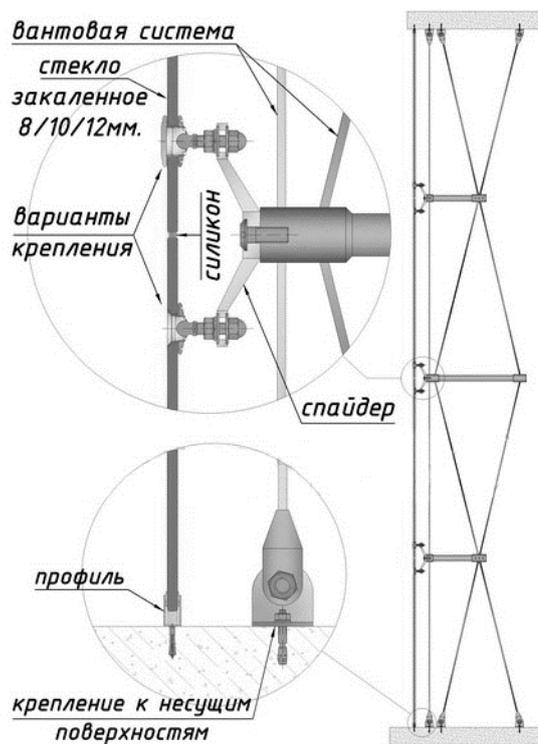


Рисунок 6. Крепление стекла в вантовом остеклении

Источник: взято из источника Бастيون вентилируемые фасадные системы. – URL: https://www.facade.ru/services/fasadnoe-osteklenie/cable-stayed-glazing/?sphrase_id=1176 (дата обращения: 24.04.2024)

Для определения наиболее рационального вида светопропускающей ограждающей конструкции было выполнено сравнение основных эксплуатационных показателей и расчет стоимости устройства стоечно-ригельной, структурной, модульной систем, спайдерного и вантового остекления

Стоимость устройства фасадных систем опре-

делялась по данным изготовителей. Цена включает затраты на приобретение стекла (до 75% от общей суммы) и комплектующих, расходных материалов, оплату труда мастеров с учетом сложности монтажа, оплату необходимой техники и т. д. Дополнительные расходы на геодезическую съемку, разработку проекта не учитывались.

Таблица 1. Сравнение стоимости устройства фасадных систем

Наименование фасадной системы	Стоимость за 1 м ² (руб.)
Стойечно-ригельная система	от 8200
Стойечно-ригельная система со структурным остеклением	от 12300
Модульный фасад	от 29400
Спайдерное остекление	от 23800
Вантовое остекление	от 24000

Источник: разработано автором на основе ALPICA^{mm} строительная компания. – URL: <https://www.alpicagroup.ru/> (дата обращения: 24.04.2024)

По результатам таблицы 1 устройство стойечно-ригельной системы имеет наименьшую стоимость, а модульный фасад максимальную. В таблице 2 приведены основные характеристики сопротивления теплопередачи трех видов фасадных систем.

Таблица 2. Сравнение значений теплопередачи

Наименование фасадной системы	Характеристика	
	величина сопротивления теплопередачи (по всему модулю), м ² * °C/Вт	величина сопротивления теплопередачи (значение в центре элемента), м ² * °C/Вт
Стойечно-ригельная система	0,57–1,1	0,42–0,82
Стойечно-ригельная система со структурным остеклением	0,43–1	0,32–64
Спайдерное остекление	0,78–1,5	0,51–1,1

Источник: разработано автором на основе работы [3]

В таблице 3 приведены основные эксплуатационные показатели трех видов фасадных систем.

Таблица 3. Сравнение характеристик фасадных систем

Характеристика	Наименование фасадной системы		
	стойечно-ригельная система	стойечно-ригельная система со структурным остеклением	спайдерное остекление
Светопропускание, %	0,65	0,87	0,76
Звукоизоляция, дБА	56	76	60
Водонепроницаемость, Па.	320	400	100
Допустимая ветровая нагрузка, кг/м ²	94	80	65
Предел огнестойкости	E30	EL30	EW30

Источник: разработано автором на основе работы [3]

Результат сравнения представлен на рисунке 7.

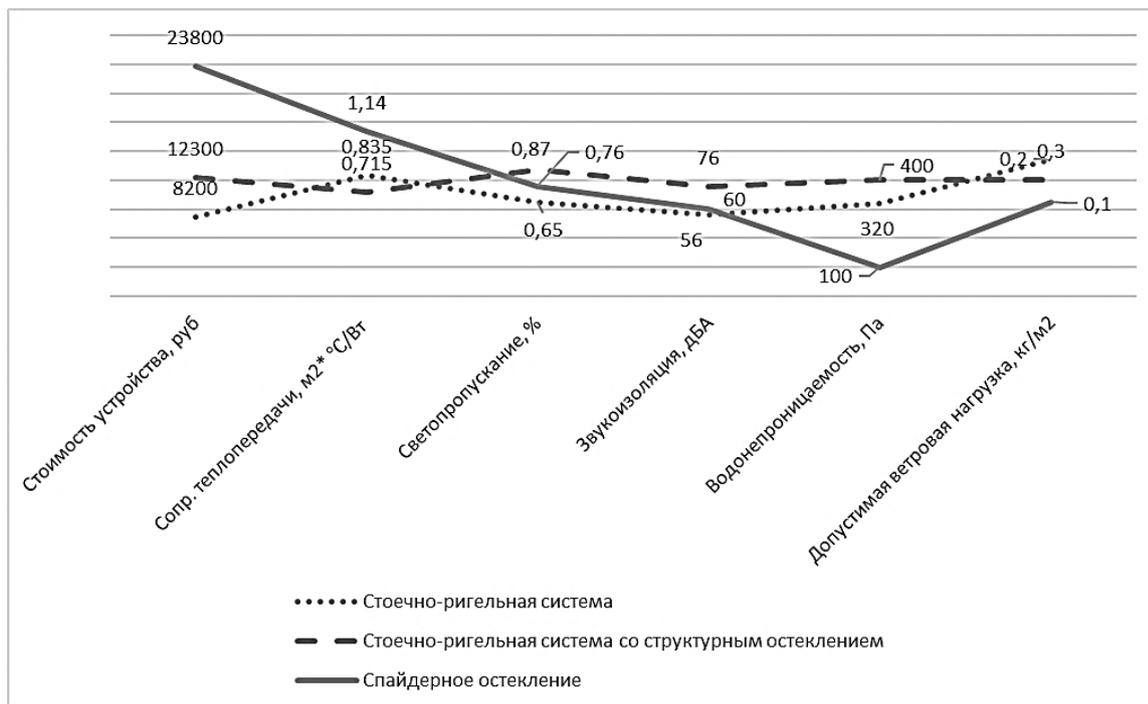


Рисунок 7. Диаграмма сравнения характеристик фасадных систем
 Источник: разработано автором

При выборе оптимального типа остекления фасадов необходимо учитывать различные параметры. В зависимости от типа здания могут отличаться необходимые характеристики. Например, для жилых зданий могут быть важны акустические свойства, теплоизоляция, в то время как для коммерческих зданий может быть важна эстетика и энергоэффективность. Фасадные системы должны быть адаптированы к климатическим условиям региона, учитывая влажность, температурные перепады и ветровую нагрузку. Также необходимо учитывать наличие технической поддержки и возможность ремонта и обслуживания фасадной системы [1; 3].

Какие системы будут использоваться чаще, а какие терять популярность, зависит от текущих тенденций в архитектуре, технологического развития и изменяющихся требований к зданиям. Например, сейчас набирают популярность более экологически чистые

и энергоэффективные решения, что может повлиять на выбор фасадных систем в будущем.

На сегодняшний день стеклянные фасады с использованием стоечно-ригельной и структурной системы являются одними из наиболее популярных из-за своей универсальности, прочности и эстетического вида. Однако другие системы, такие как вантовые, модульные и спайдерные, также находят свое применение в зависимости от конкретных требований проекта.

Наиболее оптимальными с точки зрения технико-экономических показателей являются фасадные системы структурного остекления. В этих системах используется 5-ти камерная сердцевина для изоляции, коэффициент сопротивления теплопередаче приближен к 1 м²·°С/Вт, а предел огнестойкости составляет EL30. Стоимость этих систем незначительно превышает стоимость стоечно-ригельной системы.

Литература

1. Адоньев Н. А., Рубцова Я. С. Стеклопанельные фасады как способ повышения архитектурной выразительности зданий // Инновационные технологии в строительстве и управление техническим состоянием инфраструктуры: Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 10–11 декабря 2019 года. Том 1. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 12–14.

2. Болдырев А. С. «Стеклопанная архитектура»: за и против // Молодой исследователь Дона. – 2017. – № 5(8). – С. 25–29.
3. Вахрушев К. Г., Константинов А. П. Классификация светопрозрачных фасадов: анализ классификационных признаков // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 7. – С. 84–91. – <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.07.84-91>.
4. Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций / под общ. ред. Борискина И. В. – СПб, Инженерно-информационный Центр Оконных Систем, 2012. – 400 с.
5. Магай А. А., Семикин П. П. Инновационные технологии в остеклении фасадов высотных зданий // Энергосовет. – 2012. – № 4. – С. 48–51.
6. Семенова Э. Е., Коратыгина А. Ю. Анализ эффективности применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций при проектировании гражданских зданий // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2014. – № 1. – С. 135–137.
7. Чебан А. Н. Стеклопанная фасады // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Москва, 08–12 апреля 2019 года. Том 2. – М.: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2019. – С. 272–273.

Статья поступила в редакцию: 11.06.2024; принята в печать: 27.09.2024.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.