

Технологии создания стеклянных оболочек при реконструкции зданий и сооружений

С.Г. Абрамян, Р.А. Власов, М.П. Власова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматриваются современные технологии устройства светопрозрачных оболочек за счет планарного остекления при реконструкции зданий и сооружений. Отмечается, что поливалентные многослойные наружные стены многими учеными рассматриваются как механизм повышения энергоэффективности фасадных систем. На основе анализа научной литературы отмечается также, что спайдерное остекление для создания двухслойных оболочек является оптимальным, поскольку подходит для использования в процессе реконструкции каркасных и бескаркасных зданий. Предлагается использовать для создания адаптивных фасадных систем кронштейны с телескопическим стеклодержателем.

Ключевые слова: энергоэффективность, реконструкция, стеклянные оболочки, адаптивные здания, светопрозрачный фасад, спайдерное остекление, стеклодержатель

Решение проблемы энергоэффективности реконструируемых зданий и сооружений многими учеными [1–7] предлагается за счет устройства поливалентной многослойной наружной стены, светопрозрачных фасадных систем.

Поливалентная многослойная наружная стена, впервые предложенная в 1981 г. Майком Дэвисом, описанная как стеклянная оболочка фасадов зданий, активно реагирующая на изменение условий окружающей среды, по мнению авторов работы [8], является основным элементом обеспечения энергетической эффективности зданий, так как предложенная авторами конструкция наружной стены играет многофункциональную роль.

Активное применение двухслойного фасада (ДСФ – DSF) обусловлено тем, что он способствует снижению потребления энергии зданием. Когда в качестве оболочки применяются фотоэлектрические (PV) светопрозрачные панели, на поверхности PV возникают различные явления теплопередачи и, следовательно, уменьшается тепло, передаваемое во внутреннюю полость. Кроме того, циркуляция воздуха через верхние и нижние вентиляционные

отверстия полости DSF способствует выделению нагретого воздуха внутри двойной оболочки, улучшая охлаждение здания и снижение температуры PV. Таким образом, производство энергии PV увеличивается [9].

Концепции создания поливалентной системы теплообеспечения при реконструкции строительных систем с учетом использования возобновляемых источников энергии посвящена научная работа [10].

С учетом того, что реконструкция фасадных систем зданий и сооружений традиционными методами многозатратна, создание стеклянных оболочек существующих зданий со спайдерной системой является наиболее оптимальным вариантом реконструкции. В силу технологичности выполнения спайдерного остекления здания со светопрозрачными фасадными системами можно отнести к быстровозводимым строительным системам [11]. С помощью стеклянных оболочек создаются комфортная для проживания людей среда обитания, здания и сооружения, которые соответствуют современным требованиям архитектурных решений.

С помощью спайдерного остекления можно реконструировать как каркасные, так и бескаркасные здания.

Если при создании стеклянных оболочек бескаркасных зданий несущими конструктивными элементами для кронштейнов могут быть существующие стены, то для каркасных зданий в качестве несущих конструктивных элементов можно использовать как самонесущие стены, так и элементы каркаса: колонны и плиты перекрытия (если рассматривается вариант разборки ранее существующих стен).

В настоящее время среди систем остекления наиболее востребованной и эффективной является спайдерная система, предполагающая, что крепление выполняется к конструкции посредством подвесов, труб, специальных держателей и прочих опорных деталей. Преимущества использования именно спайдерного остекления заключаются, во-первых, в

возможности существенной экономии средств при монтаже панелей, а во-вторых, в высокой прочности и надежности системы в целом. Следует отметить, что, поскольку между панелями так или иначе остаются хоть и небольшие, но зазоры, на заключительном этапе, как правило, необходимо заделать швы, для чего используют затирочные пасты. В противном случае показатели теплосбережения фасада здания по причине хорошей вентиляции сводятся к минимуму, и система остекления получает название «холодной» (если такой вариант приемлем, то целесообразно применение панелей из закаленного стекла повышенной прочности).

Что касается «теплой» системы спайдерного остекления, благодаря которой достигается качественная тепловая защита здания, то при монтаже следует использовать такие герметичные стеклопакеты, которые, с одной стороны, предотвращают попадание потоков холодного воздуха в помещение, а с другой – препятствуют выходу тепла из него. Несомненным достоинством данной системы остекления является и визуально привлекательный вид фасада.

Кроме стандартной системы спайдерного остекления (существующее здание – коннектор – спайдер – рутель – стекло) российская компания «ЭНТЕК» разработала два простых способа устройства стеклянных оболочек (фальш-фасадов) при реконструкции фасадов зданий (рис. 1).

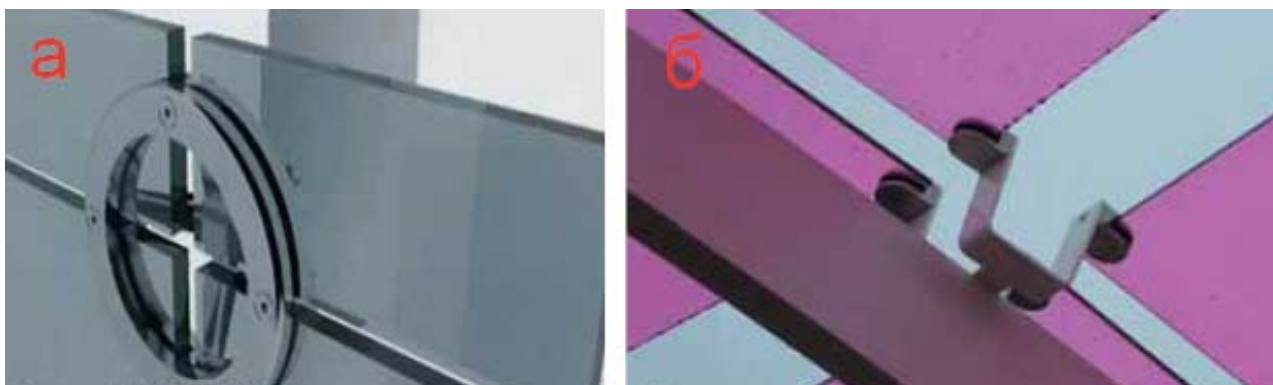


Рис. 1. – Способы создания стеклянных оболочек фасадов при реконструкции фасадов зданий разработки компании «ЭНТЕК»: *a* – QUADRIFOGLIO SYSTEM; *b* – применением индивидуальных легких кронштейнов [12]

При использовании способа QUADRIFOGLIO SYSTEM (рис. 1, *a*) стеклянные панели устанавливаются на специальные крепежные детали (могут быть различных форм), имеющих в своей основе крестовину.

Конструкция фасадной системы следующая: существующее здание – коннектор – крестовой зажим – стекло. Такой вид крепления является наиболее простым и быстрым в монтаже.

Возможность крепления стекла с помощью индивидуально спроектированных металлических кронштейнов и держателей стекла серии E (рис. 1, *b*) позволяет создавать следующую конструкцию фасадной оболочки системы: существующее здание – кронштейн – держатель стекла – стекло.

Отметим, что устройство двойных фасадов (стеклянных оболочек) при реконструкции фасадных систем позволяет создать адаптивные фасадные системы, которые также отвечают требованиям энергоэффективности зданий [13]. Но для этого необходимы новые технические и конструктивные решения спайдеров.

Предлагается новая технология спайдерного остекления существующих зданий и сооружений, целью которой является создание адаптивных фасадов не с помощью наружных жалюзи, а за счет динамичности фасадных межэтажных светопрозрачных панелей, основанная на применении новых спайдеров с телескопическим стеклодержателем (рутелем). Подвижные фасадные светопрозрачные панели могут иметь отличную от основных неподвижных панелей окраску, чем обеспечит уникальность фасада по цветовой гамме.

Конструктивная схема необходимого спайдера приведена на рис. 2.

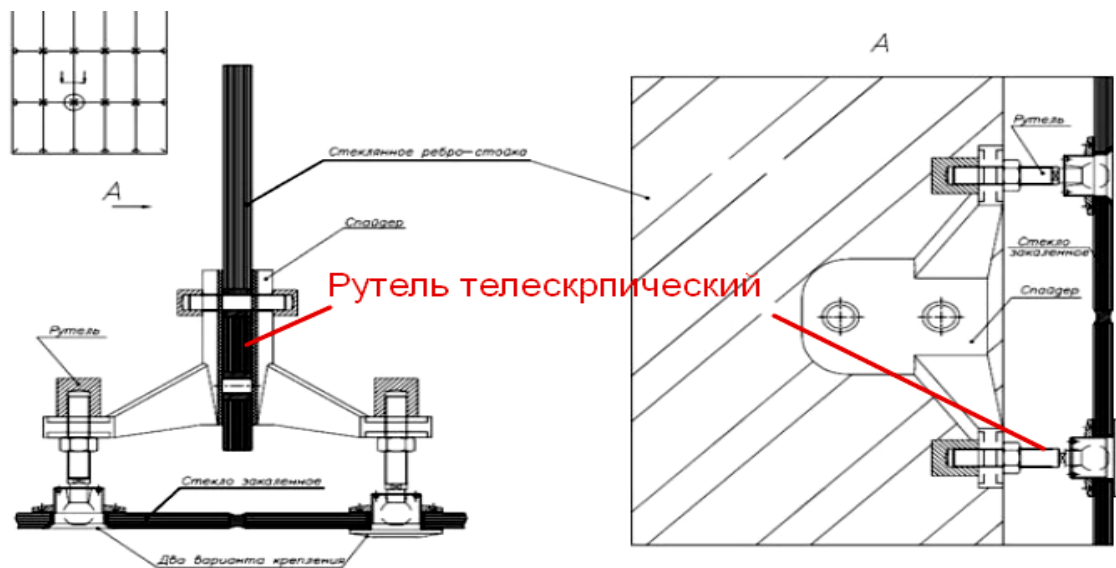


Рис. 2. – Конструктивная схема спайдера с телескопическим рутелем (схема адаптирована на основании схемы, приведенной в [14])

На рис. 3. приведены схемы фасадов с динамичными межэтажными светопрозрачными фасадными панелями, откинутых в различных направлениях.

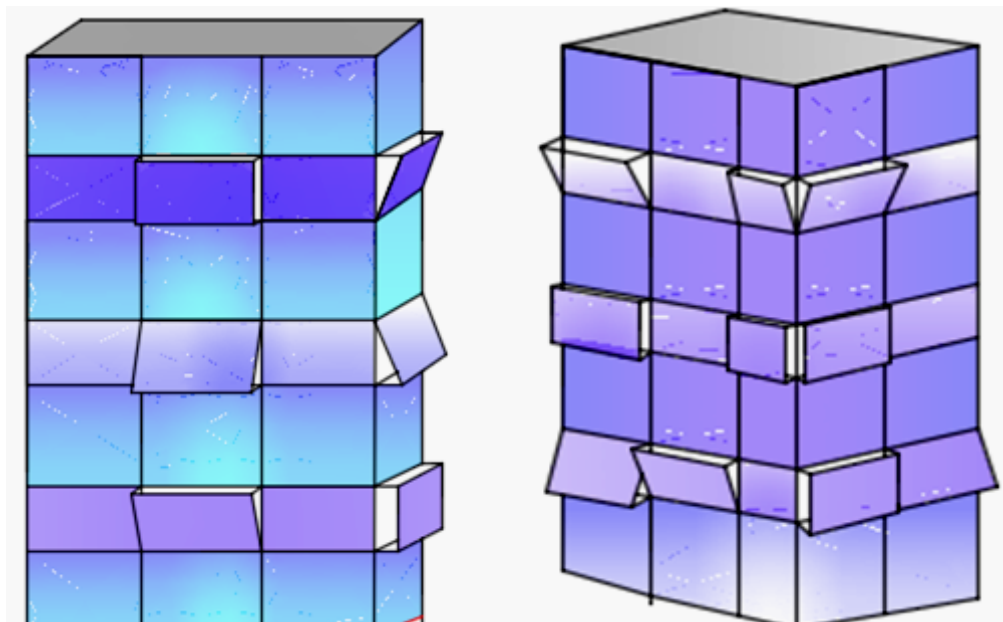


Рис. 3. – Схемы фасадов с динамичными межэтажными светопрозрачными фасадными панелями

Если основанием спайдерной системы остекления являются существующие стены бескаркасных зданий, то динамичные светопрозрачные панели должны монтироваться на уровне существующих оконных проемов.

Для каркасных зданий с демонтированными наружными стенами и высотой этажа 3 м ориентировочно предлагается принимать размеры неподвижных светопрозрачных панелей, длина которых соответствует шагу крайних или фахверковых колонн, высотой 2 м. Длина подвижных светопрозрачных панелей аналогична длине неподвижных, высота составляет 1 м. Как видно из вышесказанного, высота панелей варьируется в зависимости от высоты этажа здания. Неподвижные панели закрепляются таким образом, чтобы часть панели (примерно 50 см) находилась на уровне потолочной части этажа, а основная часть прикрывала пространство между полом и динамичной светопрозрачной стеновой панелью.

Подобное решение позволяет закрепить неподвижные панели как к колоннам, так и к плитам перекрытия каркасного здания, что обеспечивает надежность полученных светопрозрачных фасадов.

Основными технологическими процессами являются: разбивка фасадной поверхности здания на захваты; очистка и удаление ненужных фасадных элементов; устройство опор для кронштейнов; установка кронштейнов, подача на проектные отметки светопрозрачных панелей; фиксация и закрепление панелей к кронштейнам; герметизация стыков при создании «теплых» фасадов.

Выводы. Применение спайдеров с телескопическим стеклодержателем (рутелем) позволяет устраивать фасадные системы с планарным остеклением. Использование динамичных светопрозрачных панелей обеспечивает создание адаптивных фасадных систем при реконструкции фасадов зданий и сооружений, отвечающих требованиям

энергоэффективности, архитектурной выразительности, а также экологичности.

Экологичность устройства светопрозрачных фасадных систем с применением планарного остекления достигается за счет выполнения высокотехнологических процессов, отсутствия громоздких машин и механизмов, мокрых процессов при устройстве стеклянной оболочки.

Литература

1. Bedon C., Zhang XH, Santos F., Honfi D., Kozlowski M., Arrigoni M., Figuli L., Lange D. Performance of structural glass facades under extreme loads - Design methods, existing research, current issues and trends. *Construction and Building Materials*. (2018) Vol. 163, pp 921-937. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.12.153.
2. Sun YY, Liang RQ, Wu YP, Wilson R, Rutherford P. Glazing systems with Parallel Slats Transparent Insulation Material (PS-TIM): Evaluation of building energy and daylight performance. *Energy and buildings*. (2018) Vol. 159, pp. 213-227. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.10.026
3. Koo B., Lee K, An Y., Lee K. Solar Heat Gain Reduction of Ventilated Double Skin Windows without a Shading Device. *Sustainability*. (2018) Vol. 10 (Iss 1), Article number: 64. DOI: 10.3390/su10010064.
4. Vigna I., Bianco L., Goia F., Serra V. Phase Change Materials in Transparent Building Envelopes: A Strengths, Weakness, Opportunities and Threats (Swot) Analysis. *Energies*. (2018) Vol. 11 (Iss 1), Article number: 111. DOI: 10.3390/en11010111.
5. Ilter S., Vural SM. Cross method and design process for DSF elements. *Open house international*. (2017) Vol. 42 (Iss. 2), pp 36-43.



6. Attoye DE, Aoul KAT, Hassan A. A Review on Building Integrated Photovoltaic Facade Customization Potentials. Sustainability. (2017) Vol. 9 (Iss 12), Article number: 2287. DOI: 10.3390/su9122287.

7. Абрамян С. Г., Власова М. П., Власов Р. А. Современные стеклопакеты для устройства светопрозрачных ограждающих конструкций. Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_120_Abramian.pdf_66f9b1c5de.pdf.

8. Figaszewski J., Sokolowska Moskwiak J. The concept of multifunctional wall — an energy system integrated in a single wall // Architecture Civil Engineering Environment. 2017. Vol. 10. Issue 1. Pp. 5–10.

9. Yu JS, Kim JH, Kim SM, Kim JT. Thermal and energy performance of a building with PV-applied double-skin facade. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability. (2015) Vol. 170 (Iss. 6), pp 345-353. DOI: 10.1680/jensu.16.00017.

10. Басок Б.И., Божко И.К., Недбайло А.Н., Лысенко О.Н. Поливалентная система теплообеспечения пассивного дома на основе возобновляемых источников энергии // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 6 (58). С. 32–43.

11. Абрамян С.Г., Илиев А.Б. Основные требования к быстровозводимым строительным системам. Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_53_Abramian.pdf_64a0a5ab17.pdf.

12. Реконструкция фасадов зданий – простое и современное решение от компании «Энтек». URL: fasad-rus.ru/rekonstrukciya-fasadov-zdaniy--article_353.html

13. Абрамян С.Г., Котляревский А.А., Саутиев А.У. Энергоэффективные фасадные системы и применяемые строительные

материалы // Интернет-журнал «Науковедение» Том 9, №6 (2017) URL:
naukovedenie.ru/PDF/40TVN617.pdf

14. Спайдерное остекление от компании «Энтек». URL:
entec.ru/catalog/sp.pdf

References

1. Bedon C., Zhang XH, Santos F., Honfi D., Kozlowski M., Arrigoni M., Figuli L., Lange D. Construction and Building Materials. (2018) Vol. 163, pp 921-937. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.12.153.
2. Sun YY, Liang RQ, Wu YP, Wilson R, Rutherford P. Energy and buildings. (2018) Vol. 159, pp. 213-227. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.10.026
3. Koo B., Lee K, An Y., Lee K. Solar Heat Gain Reduction of Ventilated Double Skin Windows without a Shading Device. Sustainability. (2018) Vol. 10 (Iss 1), Article number: 64. DOI: 10.3390/su10010064.
4. Vigna I., Bianco L., Goia F., Serra V. Energies. (2018) Vol. 11 (Iss 1), Article number: 111. DOI: 10.3390/en11010111.
5. Ilter S., Vural SM. Cross method and design process for DSF elements. Open house international. (2017) Vol. 42 (Iss. 2), pp 36-43.
6. Attoye DE, Aoul KAT, Hassan A. Sustainability. (2017) Vol. 9 (Iss 12), Article number: 2287. DOI: 10.3390/su9122287.
7. Abramyan S.G., Vlasova M.P., Vlasov R.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №3. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_120_Abramian.pdf_66f9b1c5de.pdf.
8. Figaszewski J., Sokolowska Moskwiak J. Architecture Civil Engineering Environment. 2017. Vol. 10. Issue 1. Pp. 5–10.
9. Yu JS, Kim JH, Kim SM, Kim JT. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability. (2015) Vol. 170 (Iss. 6), pp 345-353. DOI: 10.1680/jensu.16.00017.



10. Basok B.I., Bozhko I.K., Nedbaylo A.N., Lysenko O.N. Construction magazine. (Rus), 2015. № 6 (58), pp 32-43.

11. Abramyan S.G., Iliev A.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017. №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_53_Abramian.pdf_64a0a5ab17.pdf.

12. Rekonstruktsiya fasadov zdaniy – prostoe i sovremennoe reshenie ot kompanii «EHNTEK». [Reconstruction of facades of buildings – the simple and modern decision from the Entek company]. URL: fasad-rus.ru/rekonstrukciya-fasadov-zdaniy--article_353.html

13. Abramyan SG, Kotlyarevsky AA, Sautiev A.U. Internet- zhurnal «Naukovedenie» (Rus). Tom 9, №6 (2017). URL: naukovedenie.ru/PDF/40TVN617.pdf

14. Spajdernoje osteklenie ot kompanii «Entek». [Spider glazing from the ENTEK company]. URL: entec.ru/catalog/sp.pdf