

Проблемы фасадного остекления

К.т.н. А.Г. Чесноков, ОАО "Институт Стекла", Москва

В настоящее время растут площади остекления фасадов во вновь строящихся и реконструируемых зданиях и сооружениях, что положительным образом сказывается на их внешнем облике, позволяет архитекторам реализовать их творческие замыслы. При этом растут и габаритные размеры используемых листов стекла. Уже обычным стало применение в структурном остеклении фасадов листов стекла размерами порядка (3-4) x (2-2,5) м, что позволяет одним листом стекла закрыть целый этаж здания по высоте и, соответственно, сократить количество непрозрачных элементов остекления. При всех плюсах такого решения, оно, как все новое, порождает ряд проблем, которые условно можно разделить на несколько групп:

- проблемы прочности и безопасности;
- проблемы внешнего вида;
- проблемы веса;
- проблемы реализуемости замысла.

Рассмотрим кратко эти проблемы.

При проектировании структурного остекления часто забывают о том, что это уже не просто "окошко", а строительная конструкция, принимающая на себя все эксплуатационные нагрузки, характерные для близких ей по назначению строительных конструкций из других материалов. Например, если это стеклянная стена, то к ней могут прислониться люди, создав дополнительную нагрузку. Часто приходится сталкиваться с тем, что толщину стекла выбирают из соображений "чтобы само себя держало", забывая о том, что на стеклянную стену, как и любую другую, действуют климатические факторы, ветровая нагрузка, эксплуатационные нагрузки и т.д. Такое отношение к остеклению приводит к тому, что на одной из строек довелось видеть, как стеклопакеты размером примерно 3 x 2,5 м, изготовленные из 4 мм стекла, разбивались при переноске или при установке в строительную конструкцию. По нашему опыту при проектировании наружного остекления необходимо принимать во внимание:

- установленную в задании на проектирование или в нормативных документах эксплуатационную нагрузку;

- вес остекления;
- минимальную возможную температуру и максимальное атмосферное давление региона применения остекления;
- максимальное ветровое давление на остекление региона и высоты применения;
- максимальную снеговую нагрузку (с учетом возможности образования снеговых мешков) для региона применения;
- максимальную температуру и минимальное атмосферное давление региона применения остекления;
- интенсивность солнечного излучения, поглощаемого остеклением.

Следует отметить, что многие программы расчета прочности остекления (особенно, разработанные для Европейских стран и США) не учитывают диапазон изменения температуры окружающей среды так, как для них это не очень актуально: его влияние на прочность остекления в этих странах невелико. В нашей стране это один из основных факторов, определяющих нагрузки на остекление. Причем он действует на остекление тремя путями: из-за колебаний температур листы стекла деформируются, что, во-первых, создает в них дополнительные напряжения, во-вторых, они могут сомкнуться (при низких температурах), что может привести к разрушению стекла. В третьих, из-за большой разницы коэффициентов термического расширения стекла и материалов ограждающих конструкций, особенно, алюминия, возможно либо ослабление крепления стекол, либо чрезмерное обжатие стекла. Например, при размерах стеклопакета 3 x 2 м, изготовленного при температуре + 20 °С, закрепленного по четырем сторонам с помощью алюминиевых профилей и прокладок, и находящегося при минимальной для Москвы температуре – 44 °С, прогиб листов стекла в центральной части составит по 3,5 мм, а уменьшение зазоров между алюминиевой конструкцией и стеклом – 3 мм. Аналогичные примеры можно привести по колебаниям атмосферного давления, влиянию силы ветра и т.д. Следует заметить, что величины деформаций и напряжений в стекле сильно зависят от его формы, способа его закрепления, а также наличия и вида внутренних и накладных раскладок, что так же часто не учитывается.

Следующая проблема, связанная со структурным остеклением, состоит в том, что при его разрушении (из-за неправильного проектирования или случайном) осколки стекла могут поранить находящихся рядом людей или повредить материальные ценно-

сти. Поэтому в так называемых развитых странах крупноформатное остекление разрешается делать только из безопасного (многослойного или закаленного) стекла. У нас это требование еще не вошло в государственные нормативные документы, поэтому часто приходится видеть огромные витрины, выполненные из листового стекла. В ряде регионов уже осознали эту опасность и в своих территориальных строительных нормах (или их проектах) ввели это требование.

Учитывая, что структурное остекление в основном применяется на престижных объектах, заказчики часто предъявляют к его внешнему виду высокие требования. Эти требования могут быть как обычные для всего остекления (отсутствие дефектов внешнего вида), так и специфические. Наиболее часто из специфических требований приходится сталкиваться с требованием отсутствия оптических искажений в отраженном свете (см. рис. 1, 2). Эти искажения могут возникать по целому ряду причин: низкое качество использованного стекла (например, использование марок М4-М7 по ГОСТ 111-2001); низкое качество изготовления многослойных или закаленных стекол, стеклопакетов (например, большие отклонения от плоскостности их поверхности); низкое качество монтажа остекления (например, неравномерное зажатие стекол прижимными элементами, установка соседних листов стекла в разных плоскостях рис. 3); деформация стекол под действием климатических факторов (о чем уже написано выше).

Если с первыми тремя группами причин все более – менее ясно: для их устранения надо соблюдать требования стандартов и технологии производства и применять соответствующие марки и типы стекол, то о последней группе стоит поговорить. Дело в том, что оптические характеристики стеклопакетов по ГОСТ 24866-99 контролируются при нормальной температуре и давлении. При других их значениях оптические искажения допускаются. Причем они допускаются в определенных пределах и при прочностных расчетах (не более $1/250$ наименьшей стороны стеклопакета). Расчеты показывают, что для условий Москвы, чтобы получить картинку рис. 2 в достаточно широком диапазоне температур и давлений, необходимо толщину применяемых стекол увеличить примерно в 2 раза по сравнению с прочностным расчетом. То есть это требование (с указанием диапазона температур и давлений) должно обязательно оговариваться при заказе остекления и быть указано в Задании на его проектирование.



Рис. 1. Оптические искажения в отраженном свете

Стекло, в силу своей прозрачности, создает ощущение воздушности, "невесомости" конструкций. Наверное, поэтому часто забывают о том, что это довольно тяжелый материал. А ведь по своей плотности ($2,5 \text{ т/м}^3$) стекло мало уступает алюминию, про вес которого обычно не забывают. При выполнении вышеперечисленных требований к остеклению стекла получаются довольно толстые, и при указанных размерах стеклопакетов их вес доходит до 1,5 т, что создает большие проблемы при их изготовлении, транспортировании и монтаже. Кроме того, иногда приходится сталкиваться с тем, что строительные конструкции и крепежные элементы просто не рассчитаны на такой вес и начинается их деформация, что приводит к разрушению всей конструкции.

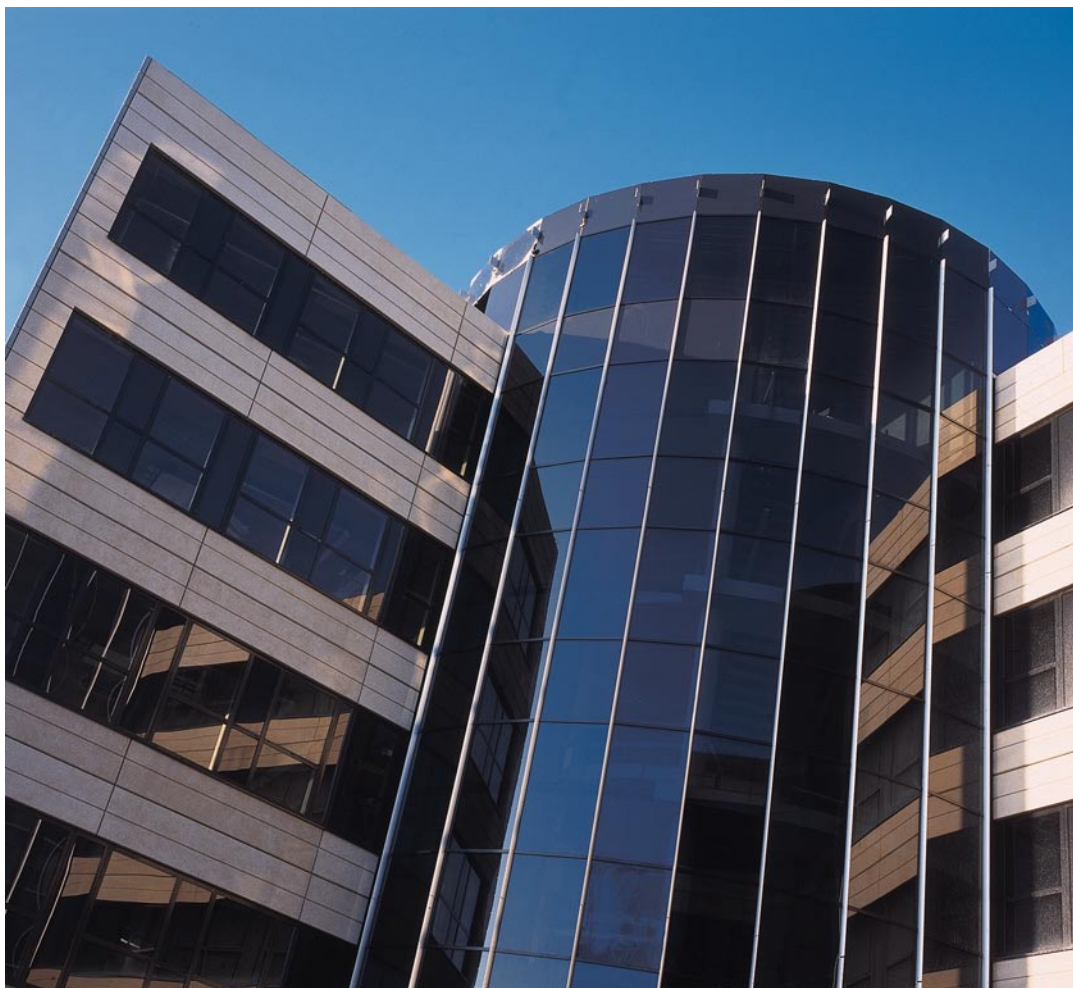


Рис. 2. Отсутствие оптических искажений в отраженном свете

Фантазия архитекторов не знает границ, поэтому приходится сталкиваться с их желанием сделать остекление все больших и больших размеров. Уже довелось столкнуться с проектом, где предусматривались размеры листов стекла 10 x 20 м. Пришлось долго убеждать архитектора, что такие листы стекла сегодняшняя технология производства не позволяет сделать. Поэтому необходимо помнить о том, что не любые проекты могут быть реализованы. Существуют ограничения различного вида, которые надо учитывать при проектировании остекления:



Рис. 3 Какому заказчику понравится такой монтаж остекления?

- номенклатура выпускаемой продукции, например, максимальные размеры и толщина выпускаемых листовых стекол на сегодняшний день 6000 x 3210 мм и 25 мм;
- возможности технологического оборудования, имеющегося в стране, по обработке листового стекла, изготовлению закаленных и многослойных стекол и стеклопакетов;
- возможности транспортирования и монтажа остекления, например, вручную смонтировать с соблюдением всех правил стеклопакеты весом более 300 кг практически невозможно, а специальной техникой для этого в стране практически никто не обладает;
- возможности финансирования таких проектов, учитывая, что цена остекления растет значительно быстрее, чем его размеры из-за необходимости применять все более толстые и сложные конструкции.

Конечно, в данной статье подняты далеко не все проблемы, связанные с остеклением фасадов. Тем более в ней нет путей их решения, они только намечены. Это скорее "введение в тему", приглашение к разговору. Основной целью данной статьи было показать, что структурное остекление требует специальных знаний и внимательного отношения. Если заказчики, проектировщики и изготовители такого остекления по прочтении задумаются об этом, то цель будет достигнута.

2005