

## Введение в планарное остекление

Е.А. Черемхина, А.Г. Чесноков, ОАО "Институт Стекла", Москва

Начало XXI века в отечественном строительстве ознаменовалось масштабным применением современных строительных технологий, в том числе современных систем остекления. Среди последних большой интерес у специалистов вызывает планарное остекление. Поскольку этот вид остекления для России является сравнительно новым и информация о нем в литературе достаточно скудна, в данной статье сделана попытка кратко обобщить сведения об этом виде остекления и проанализировать его преимущества и недостатки. Конечно, данная статья не может ответить на все вопросы, возникающие в связи с планарным остеклением, это скорее введение в тему. Причем введение, сделанное "со стороны стекла" (могут быть еще со стороны металла, герметиков и т.д., архитекторов, проектировщиков, строителей).



Для начала немного истории. В 80-х годах прошлого столетия известная английская компания Pilkington (опять Pilkington, в двадцатом веке большинство стекольных новинок связано с ней) для создания новых областей применения своей продукции начала производить системы остекления под торговым названием Pilkington Planar. Эти системы отличались

от традиционных видов остекления оригинальной точечной системой крепления с использованием натяжных конструкций, позволяющей создавать прозрачные безрамные конструкции больших площадей и самых разнообразных форм. Со временем это название распространилось на все системы остекления с подобными методами крепления, которые начали выпускать другие фирмы. В России такие системы получили название «планарное остекление», часто аналогичные системы называют структурным остеклением.



Таким образом, термин «планарное остекление» обозначает систему примыкающих друг к другу светопрозрачных элементов, не разделенных рамами или перегородками из непрозрачных материалов. Часто это название производят от того, что остекление плоское, хотя это не совсем верно - оно может быть и изогнутым, ступенчатым или иметь другую форму в зависимости от формы листов стекла и их взаимного расположения.



Область применения планарного остекления достаточно широка: это крыши, навесы, стены, внутренние перегородки, двойные фасады. Из нетрадиционных областей применения этого вида остекления можно назвать создание стеклянных оболочек вокруг архитектурных памятников, что позволяет оградить их от воздействий внешней среды, в то же время, не закрывая визуального обзора.

В качестве светопрозрачных элементов в планарном остеклении могут использоваться различные виды изделий из стекла: закаленное стекло, многослойное стекло, стеклопакеты. Следует отметить, что к стеклу в этих конструкциях предъявляются более высокие требования, чем обычно так, как оно обеспечивает прочность и жесткость конструкции, а не только заполняет световые проемы. Рассмотрим их применение немного более подробно.

### *Планарное остекление с использованием закаленного стекла*

В зависимости от назначения и придания конструкции желаемых свойств в планарном остеклении может применяться закаленное стекло следующих видов:

- бесцветное - для создания прозрачных конструкций;

- окрашенное в массе, с твердыми солнцезащитными или отражающими покрытиями - для защиты от солнечного излучения и/или получения декоративного эффекта;
- особо прозрачное - для улучшения светопропускания и прозрачности ("воздушности") конструкции;
- декорированное (например, методом шелкографии), эмалированное (стемалит) - для придания декоративного эффекта.

В планарном остеклении рекомендуется применять закаленное стекло толщиной от 10 до 19 мм и максимальным размером (2000 x 4200) мм. Максимальное соотношение сторон 10:1. Края стекла должны быть гладко шлифованными или полированными. Диаметр отверстий не должен быть менее толщины стекла. Расстояние от края стекла до края отверстия должно превышать толщину стекла как минимум в два раза, расстояние от угла стекла до края отверстия - в шесть раз. Приведенные здесь данные минимальные, реальное количество, расположение, размеры отверстий должны рассчитываться в зависимости от вида крепления, размеров листов стекла, назначения остекления и так далее. Прочность, характер разрушения, отклонения формы и размеров и другие показатели стекла должны соответствовать требованиям ГОСТ 30698 или EN 12150. Во избежание самопроизвольного разрушения, вызванного присутствием включений сульфида никеля, закаленное стекло, применяемое в планарном остеклении, должно быть подвергнуто дополнительной тепловой обработке (heat soak test) в соответствии с требованиями EN 14179-1.

#### Планарное остекление с использованием многослойного стекла

Многослойное стекло, применяемое в планарном остеклении, должно быть изготовлено из одного (внешнего) закаленного и одного (внутреннего) термоупрочненного стекла. Рекомендуемая толщина внешнего стекла - 10 - 19 мм, внутреннего стекла - 4 - 6 мм. В зависимости от назначения остекления стекла могут быть бесцветными, особо прозрачными, окрашенными в массе, с различными видами покрытий или декорированные. Требования к закаленному стеклу аналогичны указанным выше (для планарного остекления с использованием закаленного стекла). Термоупрочненное стекло должно соответствовать требованиям EN 1863, торцы его также должны быть отполированы.

Совместное использование в многослойном стекле закаленного и термоупрочненного стекла вызвано разным характером их разрушения (мелкие осколки у закаленного стекла и крупные у термоупрочненного), что обеспечивает устойчивость конструкции в течение некоторого времени после разрушения стекла. Многослойное стекло может быть изготовлено по заливной или пленочной технологии. Использование полимерного слоя со специальными свойствами придает остеклению дополнительные свойства (например, повышенную звукоизоляцию или защиту от ультрафиолетового излучения). Максимальные размеры многослойных стекол при использовании 4-мм термоупрочненного стекла - (1300 x 2000) мм, при использовании 6-мм термоупрочненного стекла - (2000 x 3500) мм с соотношением сторон 2:1. Многослойное стекло, применяемое в планарном остеклении, должно соответствовать требованиям ГОСТ 30826 или EN 12543. Планарное остекление, включающее многослойное безопасное стекло, испытывается на ветровую нагрузку, сейсмическое движение и стойкость к удару.

#### Планарное остекление с использованием стеклопакетов

В планарном остеклении обычно применяют однокамерные стеклопакеты, состоящие из двух закаленных стекол или из одного закаленного и одного многослойного стекла. Виды стекол и предъявляемые к ним требования аналогичны изложенным выше. Кроме того, для улучшения теплозащитных свойств остекления в стеклопакетах могут использоваться закаленные стекла с низкоэмиссионным покрытием. Стеклопакеты должны соответствовать требованиям ГОСТ 24866 или EN 1279.

Теперь несколько слов о возможных вариантах крепления стекол. Сегодня существует очень большое их количество, каждая из фирм производителей предлагает свои. Все их можно разделить на две большие группы: со сквозными отверстиями в стекле для расположения крепежных элементов и без сквозных отверстий. Далее приведено несколько типичных представителей обеих групп.



Крепление стеклопакетов в планарном остеклении - 902 fitting. Непрямая фиксация к дополнительной

конструкции (например стене) при помощи упругих кронштейнов (консолей, скоб). Может принимать любой угол наклона, что идеально подходит для крыш и навесов.



Наиболее популярный способ крепления закаленных и многослойных стекол - 905 fitting. Исключает необходимость применения пружинящих (упругих) пластин и делает возможным поглощение переменных нагрузок и термического расширения путем вращения вокруг стальной шпильки соединенной с поддерживающей конструкцией.



Еще один очень распространенный в нашей стране способ крепления стекол со сквозными отверстиями в стеклах. На этом снимке хорошо видны эластичные прокладки, разделяющие стекло и металл, которые обязательно присутствуют во всех системах крепления.

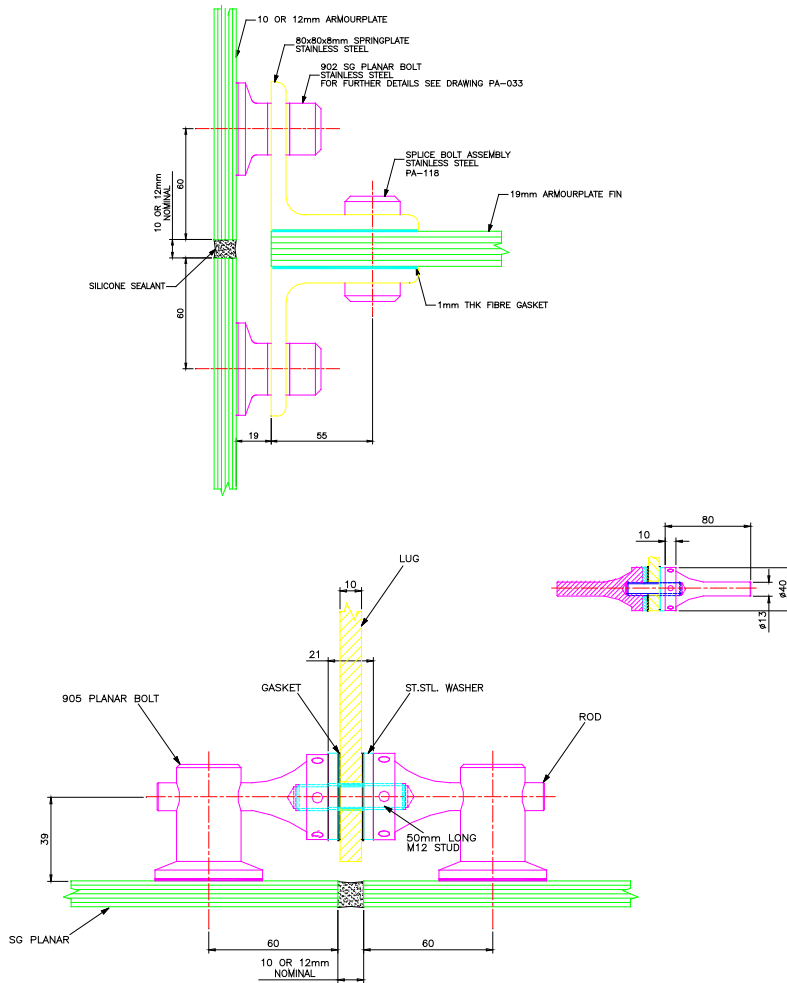


Метод крепления листов стекла к поддерживающей конструкции с невидимым снаружи крепежом. Крепежный болт встроен в многослойное стекло без образования сквозного отверстия.

Немного о самих планарных системах остекления в целом. Их на сегодняшний день разработано очень много, практически для каждого объекта создается своя система, имеющая существенные отличия от других зданий. Хотя существует несколько базовых конструкций, которые используются как основа для новых систем.

Ниже приведено несколько таких примеров.





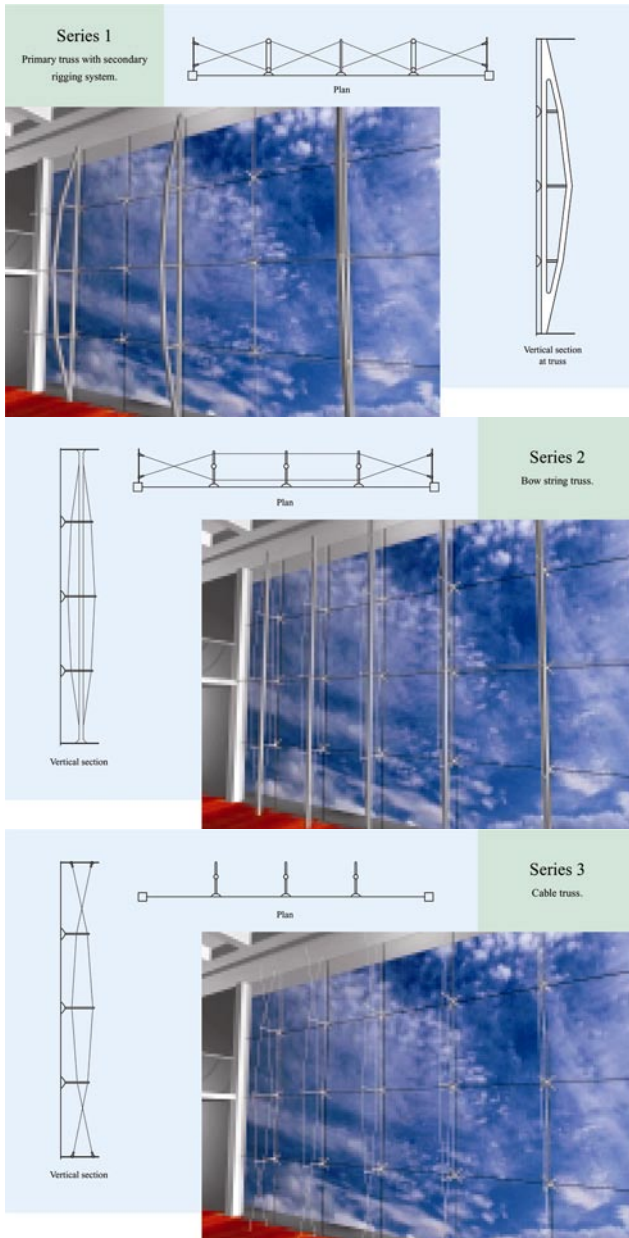
части каждого ребра. Это позволяет конструировать очень высокие фасады, которые не вызывают больших нагрузок на листы стекла.

Системы со стеклянными перегородками (разделителями) позволяют сооружать вертикальные стеклянные фасады (схема крепления стекол приведена чуть ниже). Стеклянные ребра используются в качестве опорных стоек для обеспечения максимальной прозрачности и передачи ветровой нагрузки на конструкцию, обеспечения ее поперечной жесткости. Структуры такого типа обычно подвешены от верхней конструкции. Это предназначено для того, чтобы вес листов и перегородок поддерживался (нес на себе) при помощи соединения в верхней



Для стеклянных фасадов могут использоваться различные формы стальных конструкций. Дизайн этих конструкций варьируется от простых перегородок до замысловатых переплетений.

На сегодняшний день наиболее популярны натяжные конструкции крепления остекления:



1 система - основная балка с дополнительной системой оснастки:

- много стандартных балок
- много оснастки
- много экономии

2 система - изогнутая струнная оснастка:

- не передает напряжение на границу конструкции

- быстро устанавливается
- средний уровень прозрачности
- средний уровень цен

3 система - оснастка тросами (канатами):

- генерирует самые высокие растягивающие нагрузки на границе конструкции

- требует увеличения жесткости опоры
- легкий вес
- максимальная прозрачность

Необходимо подчеркнуть, что планарное остекление нельзя рассматривать как набор отдельных светопрозрачных элементов, герметиков и металлических конструкций. Все элементы планарного остекления составляют единую систему, которая проектируется и рассчитывается индивидуально для каждого конкретного объекта в зависимости его назначения, расположения, предполагаемых нагрузок, климата и так далее.

Несомненным достоинством планарного остекления является то, что оно позволяет создавать конструкции с максимальной прочностью, прозрачностью, светопропусканием, ощущением пространства.

К преимуществам планарного остекления можно отнести то, что оно создает большие возможности для творчества архитекторов так, как может быть расположено практически в любой плоскости: вертикально, горизонтально, с любым углом наклона. Единственным ограничением для горизонтального остекления является требование наклона в 3 градуса для исключения скопления воды на поверхности стекла.

Силиконовые герметики между соседними листами стекла обеспечивают непроницаемость остекления для атмосферных воздействий.

По общей ширине остекления ограничений нет. Высота варьируется от 8 м для наземных опор до 23 м для подвесных конструкций. Высота отдельных листов стекла выбирается индивидуально для каждого проекта.

Основным недостатком планарного остекления являются высокие требования к качеству проведения работ на всех этапах, начиная от его проектирования, изготовления стекол и элементов крепления, включая монтаж остекления и заканчивая работой службы эксплуатации. Малейшая ошибка на любом этапе в худшем случае может привести к разрушению остекления и создать опасность для окружающих, в лучшем случае - некое "безобразие", не устраивающее заказчиков и не пригодное к эксплуатации.