

Гогин Александр Григорьевич

студент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»

г. Москва

НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СТЕКЛА

***Аннотация:** в статье раскрываются вопросы, связанные с возможностью проектирования несущих элементов и конструкций из стекла. Рассматриваются существующие методики расчета и проектирования таких конструкций. Проведен анализ преимуществ и недостатков, технологического процесса изготовления стекла как строительного материала.*

***Ключевые слова:** стеклянный несущий элемент, неоднородность стекла, теория упругости, силикатное стекло, технология производства.*

В настоящее время, в связи с использованием архитекторами и конструкторами новых решений в строительстве, появились новые области применения стекла. Появились многоэтажные здания, ограждающие конструкции которых выполнены полностью из этого материала. Стекло все чаще используют не только в качестве светопрозрачного ограждения, но и как несущую конструкцию. Современное стекло благодаря различным добавкам и методам обработки обладает широким спектром полезных в строительстве свойств, например, высоким звукопоглощением и теплоизоляцией. В теории оно также обладает высокой прочностью. На сегодняшний день стекло используется в несущих конструкциях только в качестве второстепенного несущего элемента. Например, в остеклении крыш (стеклянная черепица, скатные или плоские крыши, купола) и фасадах высотных зданий оно воспринимает пульсационную ветровую и снеговую нагрузку и передает ее на основные несущие элементы конструкции. Но уже в настоящее время технологии позволяют значительно увеличить несущую способность стекла, что позволяет всерьез рассматривать его в качестве основного материала для несущих строительных конструкций.

Стекло представляет собой аморфный изотропный гомогенный материал, который получают путём переохлаждения расплавов и дальнейшего постепенного увеличения вязкости, обладает механическими свойствами твёрдых тел. На данный момент в строительстве наиболее широкое распространение получило так называемое силикатное стекло, основным компонентом которого является диоксид кремния SiO_2 . Но изготовление такого стекла – довольно трудоемкий процесс, который легко нарушить. В стекломассу попадают инородные тела, из-за которых впоследствии возникают микронеоднородности, в т. ч. микротрещины. Это значительно уменьшает несущую способность получаемого материала и понижает его прочность. Также существуют такие типы включений, как стекловидные и газообразные. Первые представляют собой маленькие участки, отличающиеся химическим составом и физическими свойствами от основной массы стекла. Вторые – микроскопические закрытые (реже открытые) поры с газом внутри, на границе которых образуются скопления локальных внутренних напряжений. Поскольку распределение вышеописанных пороков, а следовательно и напряжений, по объёму неравномерно, то начальные условия работы стекла не могут быть определены с достаточной точностью. Это означает, что работа такого конструктивного элемента не может быть описана стандартными уравнениями теории упругости, что, в свою очередь, приводит к большим коэффициентам запаса прочности. Поэтому, несмотря на теоретически возможный предел прочности стекла на растяжение в 12000 МПа, на практике в расчетах часто принимают лишь 30–90 МПа.

Рассмотрим несколько примеров применения стекла в проектировании и строительстве конструкций из стекла. Архитекторы Brunet & Saunier и конструкторское бюро О.Т.Н./Alto – M. Malinowski применили при строительстве здания городского управления во французском St. Germain-en-Laye в 1995 году следующее решение. Они перекрыли внутренний двор здания стеклянной крышей, которую в свою очередь оперли на колонны, выполненные полностью из стекла. При шаге колонн 5,4 x 5,4 м вес, приходящийся на одну колонну, составил 6 т.

Для претворения в жизнь задуманного проекта были проведены испытания конструкции на прочность на модели в масштабе 1:1. В результате испытаний была получена разрушающая нагрузка в 46 т. Спроектированная колонна имеет крестообразное сечение размером 250 x 250 мм и высотой 3,2 м, и была склеена из трех листов закаленного стекла. База и оголовки колонны были помещены в стальной башмак с 8-миллиметровой прокладкой из неопрена.

Еще одним примером применения стекла как конструктивно несущего элемента – стеклянный павильон Talus du Temple недалеко от французского городка Noyers (архитектор Dirk Jan Postel, 2001 г.). Павильон размером 5,04 x 5,1 м перекрыт деревянной крышей, стены павильона высотой 2,3 м состоят из 2 x 10 мм флоат-стекла. Стены соединяются с основанием и крышей при помощи стальных уголков с прокладками из неопрена. Сооружение за время своего существования перенесло два сильнейших шторма и тем самым доказало свою прочность.

Вышеприведенные примеры показывают возможность применения стекла как несущего элемента в сжатых элементах конструкции. Однако на сегодняшний день не существует норм, правил или методик расчета таких конструкций ввиду сложности задания начальных условий и составления уравнений. Экспериментально-теоретические исследования, связанные с изучением поведения стекла под нагрузкой с целью создания научно обоснованных методик конструирования и расчета различных элементов конструкций, проводятся во многих научно-исследовательских центрах Европы. Например, в Высшей технической школе (г. Аахен, Германия) исследуется устойчивость колонн из стекла триплекс. Также исследования проводятся в Техническом университете (г. Дармштадт, Германия), где исследуются колонны из двух стеклянных труб, вставленных одна в другую и склеенных прозрачным полимером, залитым в образовавшийся промежуток.

Несомненно, несущие элементы из стекла в строительстве обладают огромным потенциалом, но данная индустрия находится на раннем этапе развития. Проведенный анализ исследований показал, что экспериментальных работ по

изучению работы стекла как несущего элемента проводилось сравнительно немного. Несмотря на то, что вопрос строительства массивных сооружений из стекла исследуется достаточно давно, до сих пор нет четкой методики расчета несущей способности и прогнозирования поведения рассматриваемого материала под нагрузкой. Для возможности проектирования несущих элементов конструкции из стекла представляется важным разработать методику расчета таких конструкций. Она должна учитывать влияние всех вышеперечисленных негативных факторов как при работе стекла, так и при его изготовлении. Такие шаги необходимы для того, чтобы проектирование массивных сооружений из стекла не нуждалось в дорогостоящем и трудоемком моделировании, как это делается в настоящее время.

Список литературы

1. Бартенев Г.М. Механические свойства и тепловая обработка стекла / Г.М. Бартенев. – М.: Стройиздат, 1960. – 166 с.
2. Витман Ф.Ф. К вопросу о повышении прочности стекла / Ф.Ф. Витман, С.Н. Журков, Б.Я. Левин, В.П. Пух // Некоторые проблемы прочности твердого тела. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 340–347.
3. Зубков В.А. Стекло должно быть не только светопрозрачным, но и прочным / В.А. Зубков, Н.В. Кондратьева, А.Г. Чесноков, С.А. Чесноков // Стройинфо. – 2004. – №18. – С. 17–18.
4. Прочность стекла: Сборник статей / Под ред. В.А. Степанова. – М.: Мир, 1969. – 340 с.
5. Сандитов Д.С. Предельная прочность и максимальная скорость разрушения силикатных стекол / Д.С. Сандитов, Г.М. Бартенев, Ш.Б. Цыдыпов // Физика и химия стекла. – 1978. – Т. 4. – Вып. 3. – С. 301–308.
6. Zubkov V. Characteristics of calculation of flat glass in translucent structures / V. Zubkov, N. Kondratieva // Glass performance days 2008. Conference Proceedings. – New Delhi, December, 2008. – С. 27–29.