

Расчет прочности остекления

Чесноков С.А.,
научный сотрудник,
Отдел стандартизации и
испытаний,
ОАО «Институт стекла»

Роль стекла в современной архитектуре

- ◆ Один из основных эстетических и архитектурных элементов
- ◆ Доступ солнечного света
- ◆ Несущие и ограждающие конструкции
- ◆ Физическая защита (теплоизоляция, звукоизоляция и т.д.)
- ◆ Солнечная энергетика



Определение требований к прочности остекления

- ◆ Роль остекления
- ◆ Функции сооружения
- ◆ Нагрузки
- ◆ Дополнительные требования, например:
 - ◆ Противопожарные свойства
 - ◆ Безопасность при разрушении
 - ◆ Суммарный вес остекления

Основные виды нагрузок

- ◆ Описаны в СНИП (коэффициенты запаса)
- ◆ Собственный вес
- ◆ Ветровая
 - ◆ Может быть положительной и отрицательной
- ◆ Эксплуатационная
 - ◆ Вес других конструкций
 - ◆ Люди и автомобили
- ◆ Снеговая
 - ◆ Трудно оценить для сложной формы
- ◆ Климатическая
 - ◆ Сильно зависит от региона применения

Основные виды стекла с повышенной прочностью

- ◆ Закаленное стекло
 - ◆ Травмобезопасные осколки
 - ◆ Могут быть заметны оптические искажения
- ◆ Химически упрочненное стекло
 - ◆ Отсутствие оптических искажений
 - ◆ Сравнительно небольшие размеры
- ◆ Многослойное стекло (ПВБ/Ионопласт)
 - ◆ ПВБ-слои чувствительны к температуре
 - ◆ Осколки не разлетаются
 - ◆ Поликарбонат и ионопласт обладают собственной несущей способностью

Численное моделирование

- ◆ Проводится на этапах проектирования и проверки пригодности
- ◆ Требуется внесение обоснованных коэффициентов запаса
- ◆ Необходим учет большого числа параметров (например, реальная толщина стекла меньше номинальной)

Испытания

- ◆ Испытания образцов в натуральную величину:



Испытания (имитация снеговой нагрузки)

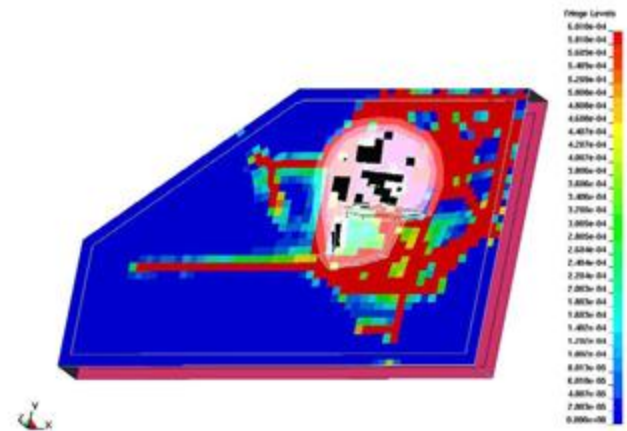
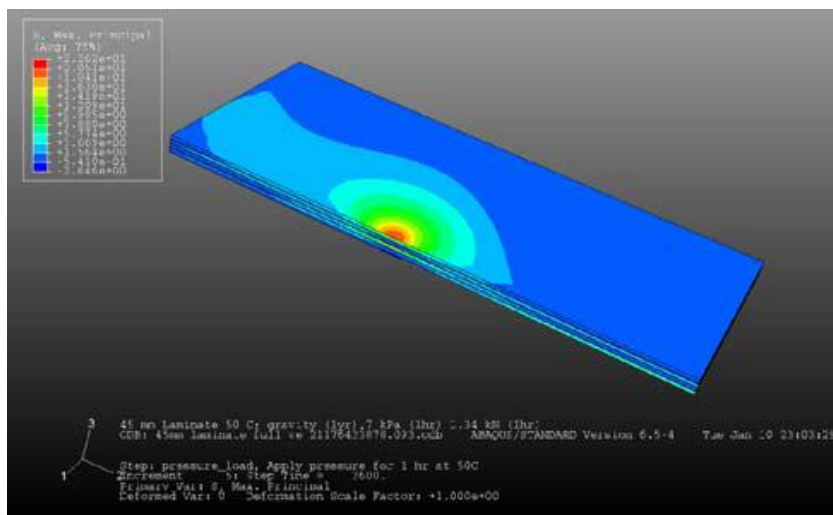


Основные методики расчета

- ◆ Аналитические решения
- ◆ Приближенные решения и оценки
- ◆ Конечно-разностные методы
- ◆ Метод конечных элементов

Метод конечных элементов

- ◆ Универсальность
- ◆ Позволяет исследовать нелинейные и быстропротекающие процессы
- ◆ Двумерные и трехмерные алгоритмы (время расчета)



Конечно-разностные модели

- ◆ Основаны на дискретизации задач для конкретных систем уравнений
- ◆ Развитый математический аппарат
- ◆ Трудности с постановкой задачи
- ◆ Время расчета

Приближенные решения и оценки

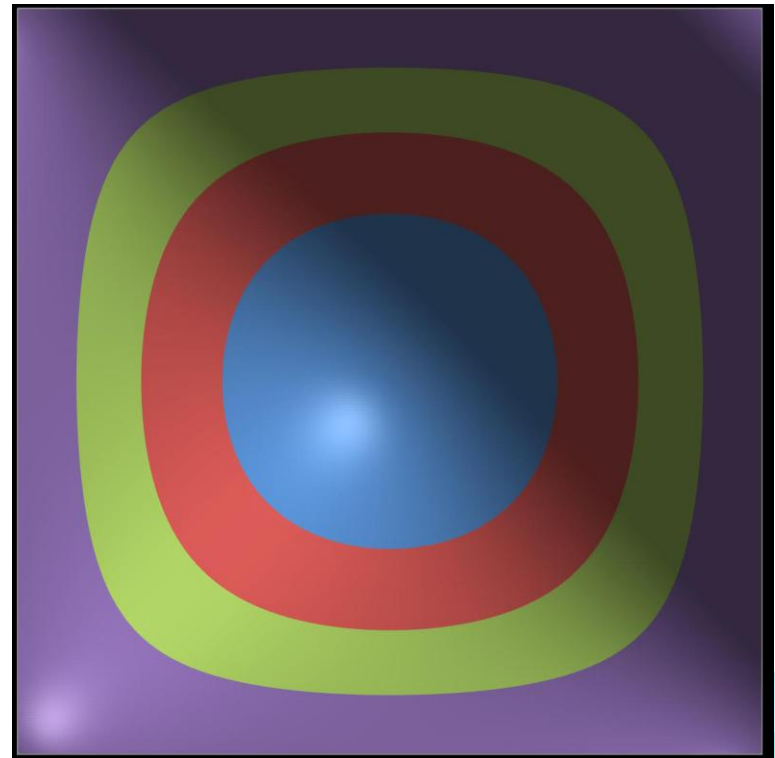
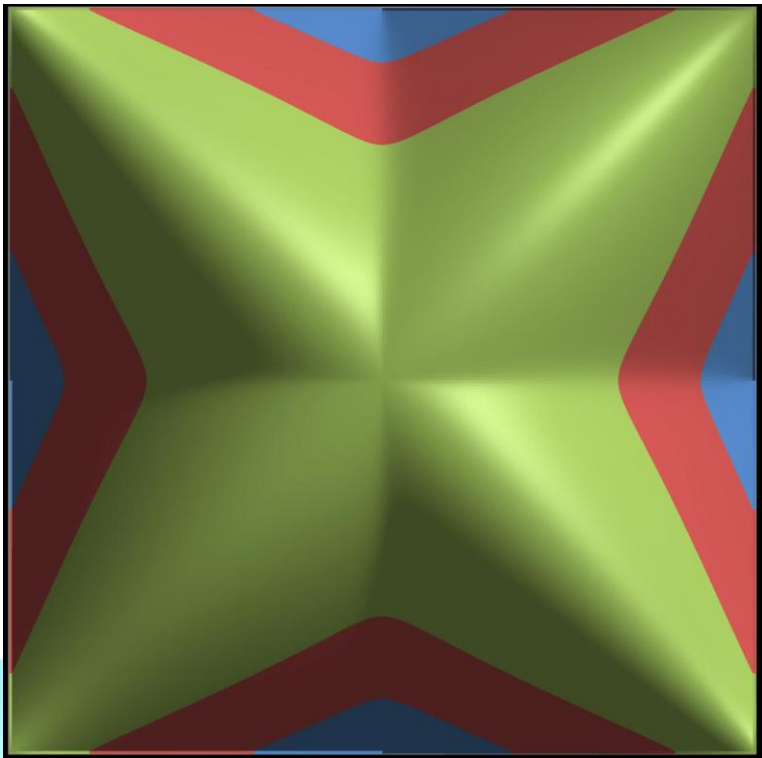
- ◆ Получаются из аналитических выражений
- ◆ Простота вычислений
- ◆ Используются эмпирические величины

Результаты расчета

- ◆ Для стекла размером 1500 x 1500 мм, толщиной 8 мм, равномерно распределенная нагрузка 30 кПа, опирание по всем четырем сторонам.
- ◆ Методика 1:
Эффективное напряжение = 199,54 Мпа, максимальный прогиб = 46,66 мм
- ◆ Методика 2:
Эффективное напряжение = 397,50 Мпа, Максимальный прогиб = 195,13 мм

Результаты расчета (конечно-разностный метод)

- ◆ Максимальное напряжение = 291,37 Мпа, Максимальный прогиб = 193,66 мм



Заключение

- ◆ Основные трудности при проектировании с точки зрения прочности остекления:
 - ◆ Определение нагрузок
 - ◆ Сложность расчета, особенно многослойного остекления и стеклопакетов
 - ◆ Выбор оптимального решения по совокупности критериев
- ◆ Пути решения:
 - ◆ Использование современного ПО
 - ◆ Проверка расчетов испытаниями
 - ◆ Охват как можно большего числа конструктивных решений

Спасибо за внимание!

Наши координаты:

Отдел стандартизации и испытаний,

ОАО «Институт стекла»

111024, Москва, Душинская ул., д. 7

Тел.: +7(495)363-96-87

Факс: +7(495)363-96-88

Почта: ic.steklo@mail.ru