

ДЕРЕВЯННАЯ БЕЗРАСКОСНАЯ ФЕРМА ПОКРЫТИЯ ИЗ ДОСОК С КЛЕЕВЫМИ СТЫКАМИ. ИСПЫТАНИЕ НА МОДЕЛИ

К. М. Гирда, Л. Н. Пантюшина

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Статья посвящена описанию разработанной методики испытания деревянной безраскосной фермы покрытия на модели по методу простого геометрического подобия и 530rtlanca изготовления модели предложенной конструкции.

Ключевые слова: клееная древесина, конструкции покрытия, моделирование, испытание статической нагрузкой, метод геометрического подобия.

Основными видами клееных несущих конструкций покрытия являются:

- 1) дощатоклееные балки;
- 2) клеефанерные балки;
- 3) фермы (чаще всего металлодеревянные).

Клеефанерные балки являются самыми легкими из перечисленных видов конструкций.

С целью удешевления и облегчения конструкции покрытия из клеефанерных балок предлагается использование безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками (рисунок 1). Ее конструкция перекликается с конструкцией клеефанерной балки, но отсутствуют стенки из дорогостоящей водостойкой фанеры.

В результате сравнения технико-экономических показателей клеефанерной балки и безраскосной фермы покрытия из досок пролетом 13,8 м, рассчитанных на погонную расчетную нагрузку 12,55 кН/м, было получено, что предложенная конструкция фермы покрытия является более экономичной, обладает меньшим собственным весом, тем самым, снижая нагрузку на несущие стены или колонны и фундамент здания или сооружения. Это позволяет утверждать, что предложенная деревянная безраскосная ферма покрытия из досок с клеевыми стыками может успешно конкурировать с другими конструкциями такого типа и применяться при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Расчет внутренних усилий в деревянной безраскосной ферме покрытия из досок с клеевыми стыками произведен в программном комплексе SCAD подбор сечений произведен в соответствии с требованиями СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции».

В результате расчета были получены следующие геометрические размеры сече-

ний: нижний и верхний пояс – 4 доски 42×165 мм из сосны 2 сорта, стойки – 3 доски 42×65 мм из сосны 2 сорта (размеры пиломатериалов указаны с учетом фрезерования досок), высота поперечного сечения 1,15 м, шаг стоек – 1,4 м (рисунок 2). Модель рассчитана по методу простого геометрического подобия, исходя из следующих допущений:

- 1) Все безразмерные величины в модели и в оригинале равны.
- 2) Масштабные множители величин с одинаковой размерностью равны.
- 3) Безразмерные комплексы, критерии подобия для модели и оригинала одинаковы.

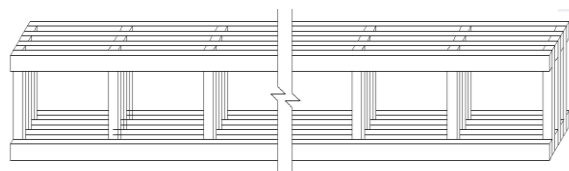


Рисунок 1 – Безраскосная ферма покрытия из досок с клеевыми стыками

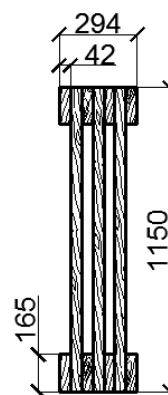


Рисунок 2 – Поперечное сечение безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками

4) Модель и оригинал геометрически подобны.

5) Действующие на модель воздействия с учетом масштаба, такие же, как и в натурной конструкции.

6) Материал модели и ее элементов тождественен материалу оригинала.

7) Произвольно выбирается только одна константа – масштаб линейных размеров $C_j = 0,1$:

Геометрические размеры соотносятся как

$$\alpha_m = 0,1 \cdot \alpha_n,$$

где: α_m – значение для модели; α_n – значение для натурного объекта; C_α – масштаб.

Масштабы остальных величин получают возведением в соответствующую степень:

Напряжение: $C_\sigma = C_j^0 = 1$.

Линейное перемещение: $C_u = C_j = 0,1$.

Равномерно распределенная нагрузка: $C_q = C_j = 0,1$.

Поперечные силы: $C_Q = C_j^2 = 0,01$.

Сосредоточенные нагрузки: $C_Q = C_j^2 = 0,01$.

Изгибающие моменты: $C_M = C_j^3 = 0,001$.

Изгибные жесткости: $C_{EI} = C_j^4 = 0,0001$.

Таким образом, геометрические размеры модели уменьшаются в 10 раз по сравнению с натурной конструкцией и составляют: нижний и верхний пояс – 4 доски 4,2×16,5 мм, стойки – 3 доски 4,2×6,5 мм из сосны 2 сорта, высота поперечного сечения 0,115 м, шаг стоек – 0,14 м (рисунок 3).

Склеивание элементов производилось эпоксидно-цементным клеем. Состав клея – 100 массовых частей связующего (эпоксидная смола и пластификатор), 10-12 частей отвердителя, для повышения вязкости клея и обеспечения достаточной толщины клеевой прослойки между элементами в состав клея вводится 40% по массе портландцемента со шлаком марки ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б.

Склеиваемые поверхности были очищены от следов жиров, масел и прочих загрязнений, которые могли бы вести себя как разделительный слой. Склеиваемые поверхности тщательно подгонялись друг к другу для получения равномерной клеевой прослойки.

Эпоксидным смолам требуется только контактное давление. Сильное сжатие струбинами может выдавить весь клей из соединения, а оставшийся будет впитан древесиной и в результате получится обедненное клеем соединение.

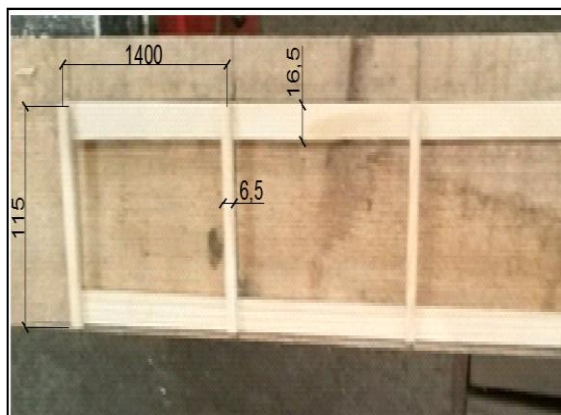


Рисунок 3 – Поперечное сечение и геометрические размеры элементов масштабной модели

Усилие должно быть таким, чтобы склеиваемые детали не двигались и находились при этом в контакте до отверждения смолы. При этом не должно быть воздушного зазора. Для создания необходимого усилия при изготовлении модели был применен гидравлический домкрат с мощностью 3 тонны (рисунок 4).

Для равномерной передачи усилия запрессовки использовались уголки стальные

ДЕРЕВЯННАЯ БЕЗРАСКОСНАЯ ФЕРМА ПОКРЫТИЯ ИЗ ДОСОК С КЛЕЕВЫМИ СТЫКАМИ. ИСПЫТАНИЕ НА МОДЕЛИ



Рисунок 4 – Схема запрессовки клеевых соединений

горячекатаные 100×100×8 2шт и 2 доски из сосны 2 сорта 50×150. Создаваемое усилие фиксировалось затягиванием саморезов через доски между стойками фермы.

Клей наносился с помощью шпателя тонким слоем на подготовленные поверхности. Жизнеспособность клея составляет 1,5-2 часа. Полное отверждение клея при комнатной температуре происходит за 24 часа.

По прошествии 24 часов модель подверглась поверхностной обработке.

Так как эпоксидные смолы продолжают отверждение и набор прочности в течение еще нескольких дней после перехода в твердое состояние, испытание конструкции можно проводить не ранее, чем через 14 суток после отверждения.

Клеевое соединение должно быть защищено от атмосферных воздействий. Открытая атмосферным влияниям древесина будет периодически менять свою влажность. При росте влажности древесина разбухает.

Такое разбухание может повлечь за собой концентрацию напряжений в клеевом шве из-за разной степени деформации по разные его стороны.

Испытание модели деревянной безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками (рисунок 5) будет проводиться путем нагружения ее домкратом через траверсу, распределяющую нагрузку на четыре точки, соответствующие одной пятой части пролета.

Передача нагрузки на ферму от траверсы осуществляется через деревянные бруски и металлические пластины, лежащие сверху на этих брусках и контактирующие непосредственно с траверсой (рисунок 6).

Методика испытаний состоит в нагружении фермы с шагом нагрузки 10% от контрольной расчетной нагрузки, равной с учетом масштаба подобия 0,018 т, с фиксацией показаний датчиков на каждой ступени.

Ступени нагружения выдерживаются в течение 10 минут.

Ферма в процессе испытаний доводится до разрушения. В ходе испытания будут контролироваться напряжения в наиболее напряженных сечениях с помощью тензометров Аистова и Гугенбергера.

Перемещения в середине пролета будут контролироваться прогибомером Максимова, а на опорах – индикаторами часового типа.

Задачами испытания являются:

- оценка несущей способности деревянной безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками,
- определение величины и характера распределения нормальных напряжений по высоте поперечного сечения фермы,
- построение теоретического и экспериментального графиков прогибов фермы.

Результаты эксперимента позволят подтвердить или опровергнуть результаты теоретического расчета и откорректировать методику дальнейших исследований конструкции деревянной безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками.



Рисунок 5 – Масштабная модель безраскосной фермы покрытия из досок с клеевыми стыками

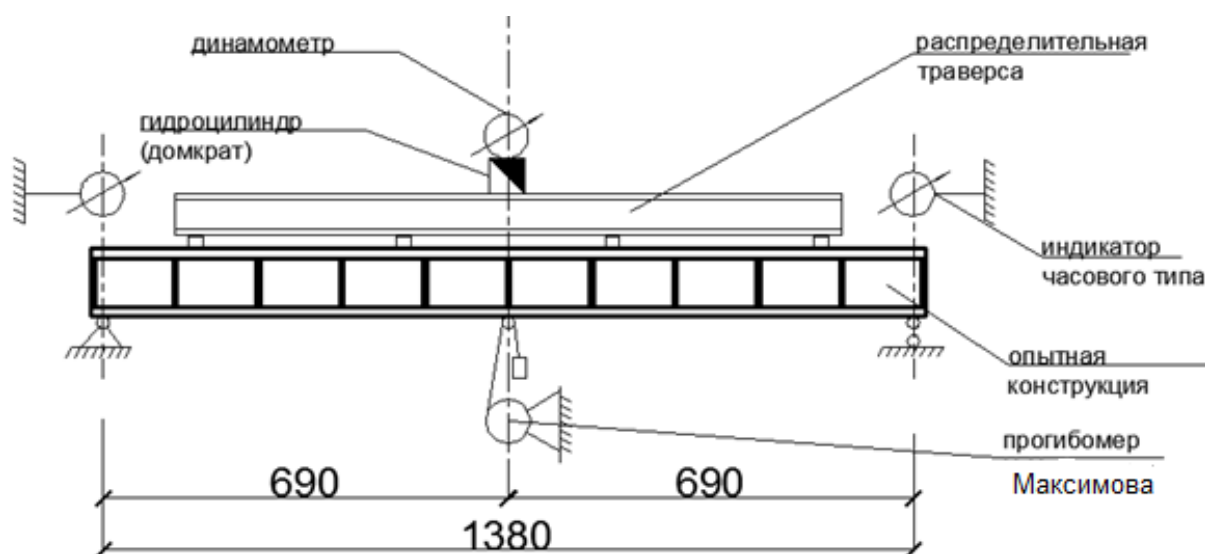


Рисунок 6 – Схема нагружения опытной конструкции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции.
2. Золотухин, Ю. Д. Испытание строительных конструкций: учебное пособие для вузов по спец. «Пром. и гражд. стр-во» / Ю. Д. Золотухин. – М. : Высшая школа, 1983. – 208 с.
3. Халтурин, Ю. В. Конструкции из дерева и пластмасс: методические указания к выполнению лабораторного практикума / Ю. В. Халтурин // Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. – 27 с.
4. Карельский, А. В. Испытание на изгиб деревянных составных балок, соединенных металлическими зубчатыми пластинами, разрушающей нагрузкой / А. В. Карельский, Т. П. Журавлева, Б. В. Лабудин // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 2. – С.77-85.
5. Применение эпоксидной смолы для склеивания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://informst.ucoz.ru/publ/35-1-0-55>. – Заглавие с экрана.
6. Схемы и порядок загрузки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://injzashita.com/sxemi-i-poryadok-zagrujeniya.html>. – Заглавие с экрана.

Гирда К.М. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: kseniya.girda@mail.ru.

Пантюшина Л.Н. – к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: pantushinaLarisa@mail.ru.