

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СОСТАВНЫХ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

Объект исследования:

составной стержень (балка) двутаврового сечения, комбинированный из стали и однонаправленного клееного шпона (LVL)

Стенка - гофрированная сталь

Пояса - LVL

Соединение элементов между собой обеспечивается внедрением в тело древесины металлических зубьев

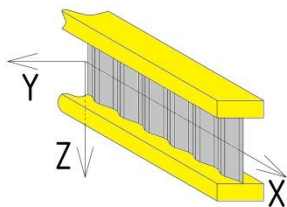


Рис. 1 - Составной комбинированный стержень

Цель исследования:

Определить НДС составного стержня, комбинированного из различных материалов с учетом податливости связей между его элементами и исследовать несущую способность и деформативность металлодеревянной балки

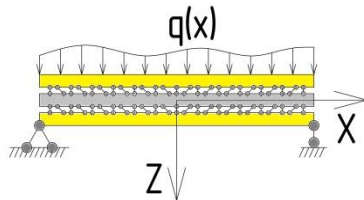


Рис. 2 – Расчетная модель

В отдельных слоях возникают нормальные и касательные напряжения, в связях - касательные

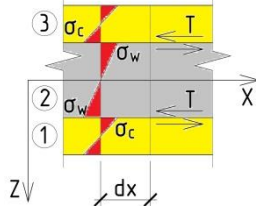


Рис. 3 – Нормальные напряжения в отдельных слоях

Выведено дифференциальное уравнение изгиба составного двутаврового стержня, комбинированного из разнородных материалов (гофрированная сталь, LVL) с учетом податливости связей

$$(E_w I_w + 2E_c I_c) \frac{d^4 z}{dx^4} - \frac{G}{E^s F_c} \cdot \left(E^s I^s \frac{d^2 z}{dx^2} + M \right) = q(x)$$

Здесь:

- E_w – приведенный модуль упругости стенки
- E_c – модуль упругости поясов (вдоль волокон)
- E^s – приведенный модуль упругости балки
- I_w – момент инерции стенки
- I_c – момент инерции пояса
- I^s – момент инерции составного сечения
- F_c – площадь сечения пояса
- M – изгибающий момент
- $q(x)$ – поперечная сила
- G – модуль сдвига шва, который определяется экспериментально по прямолинейному участку кривой $T(\delta)$ для соединения

Клёван Вадим Игоревич, аспирант, vadimklevan@mail.ru,
Коваль Павел Сергеевич, к.т.н., ст. преподаватель,
Черных Александр Григорьевич, д.т.н., профессор,
Данилов Егор Владимирович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

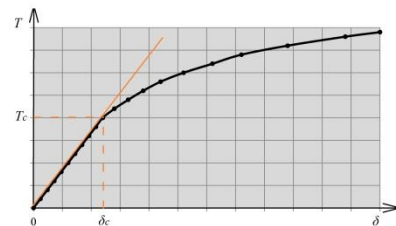


Рис. 4 – Диаграмма «Сила-Перемещение» для соединения

$$G = \frac{T_c n_c}{\delta_c}$$

Проведены испытания двутавровых металлодеревянных балок со стенкой из гофрированной стали (с вертикальным расположением профиля) и поясами из LVL по схеме четырехточечного изгиба.



Рис. 5 – Испытание балки



Рис. 6 – Разрушенный образец

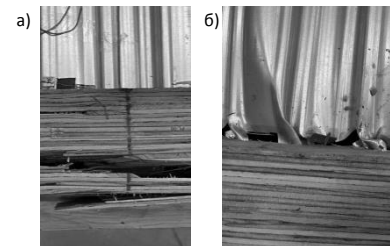


Рис. 7 – Характер разрушения:
а) от нормальных напряжений
б) от касательных напряжений

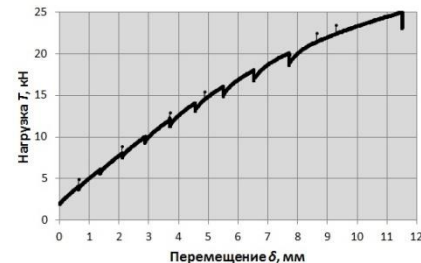


Рис. 8 – Диаграмма «Нагрузка-Перемещение»

Конструкция до разрушения работает в упругой стадии. Максимальная несущая способность – **25,0 кН**. При достижении разрушающей нагрузки прогиб составляет – **11,0 мм (1/235)**. Разрушение первоначально наступает от действия **нормальных напряжений** – происходит разрыв волокон нижнего пояса. После этого в приопорных зонах балки от действия **касательных напряжений** разрываются стальные зубья стенки. В запредельном состоянии при нарастании прогибов в приопорных зонах наблюдается вырыв зубьев из материала поясов.