

**Румянцев Михаил Владимирович,**

канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной механики и сопротивления материалов,  
ВИШ САФУ имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск

## **Определение допускаемых размеров дефектов клеевых соединений в клееных деревянных конструкциях**

**Аннотация.** Рассмотрено применение математического аппарата механики разрушения к определению допустимых размеров дефектов клеевых соединений в клееных деревянных конструкциях.

**Ключевые слова:** механика разрушения, коэффициенты интенсивности напряжений, вязкость разрушения, дефекты склеивания, клееная деревянная конструкция.

**В** свете перспективы развития малоэтажного домостроения из древесины для расселения ветхого жилья и строительства частных жилых домов на одну семью, клееные деревянные конструкции имеют широкую перспективу. Это удобный в использовании строительный материал из возобновляемых природных ресурсов.

Возможный недостаток конструкций из клееной древесины - явление нарушений непрерывности клеевых соединений. Таковые могут образовываться при несоблюдении технических условий производства (непроклеи) или возникать в дальнейшем из-за внешних воздействий в процессе эксплуатации. Подобные дефекты имеют малую толщину и могут рассматриваться, как начальные трещины. Опасность развития указанных дефектов можно определить на основе критериев механики разрушения. Различные подходы к применению механики разрушения для расчёта клееных деревянных композиций в настоящее время изучаются многими авторами, в частности, рассмотрены в работах

[1, с. 163], [2, с. 96], [3 с. 363].

Объектом исследования принята широко представленная в строительстве клееная деревянная конструкция - балка длиной 2 м поперечным сечением 0,15×0,15 м.

Анализ напряженно - деформированного состояния балки проводился в программном комплексе SCAD Office. Был реализован метод конечных элементов. Конструкция загружалась единичной равномерно распределенной нагрузкой. Характер закрепления и нагружения позволял рассматривать плоскую задачу. Дефекты располагались в разных сечениях по длине пролёта балки и по высоте поперечного сечения (рис.1). Механические характеристики материала балки соответствовали древесине сосны и ели.

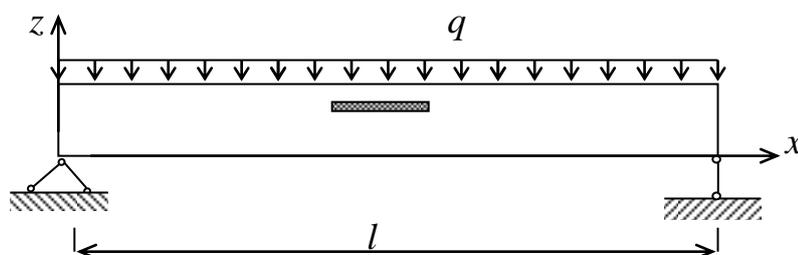


Рисунок 1

Проведённые расчёты позволили определить коэффициенты интенсивности напряжений ( $K_I$ ,  $K_{II}$ ,  $K_{III}$ ), характеристики, определяющие напряженно - деформированное состояние в вершине трещин.

Возможность распространения дефекта в условиях плоского напряжённого состояния обусловлено условием:

$$\begin{cases} K_I = K_{IC} \\ K_{II} = K_{IIC} \\ K_{III} = K_{IIIC} \end{cases}, \quad (1)$$

где,  $K_{IC}$ ,  $K_{IIC}$ ,  $K_{IIIC}$  - вязкость разрушения (критические коэффициенты интенсивности напряжений) для трещин нормального отрыва, плоского и антиплоского сдвига, механические характеристики материала [4, с. 130].

В виду плоского напряжённого состояния балки, отсутствия нормальных

напряжений, направленных вдоль вертикальной оси перпендикулярно дефектам, к рассмотрению следует принимать только касательные напряжения, направленные параллельно дефекту. Следовательно, практическое значение в нашем случае имеет только  $K_{II}$ . Величины вязкости разрушения для клееных композиций из древесины различных пород,  $K_{IIc}$ , определены в работе [5, с.44].

Коэффициенты интенсивности напряжений могут быть представлены в виде многопараметрической функции [5, с.143]:

$$K_{II} = \tau_{xz} f(l, c), \quad (2)$$

где,  $f(l, c)$  – функция, зависящая от длины трещины ( $l$ ), ее расположения и свойств древесины, характеризуемых параметром ( $c$ ).

Функция  $f(l, c)$  может рассматриваться, как коэффициент интенсивности напряжений, полученный при единичном нагружении.

Зависимости (1, 2) могут быть решены совместно относительно размера дефекта  $l$ .

$$f(l, c) = \frac{K_{IIc}}{\tau_{xz}}. \quad (3)$$

Это позволяет для заданных уровней эксплуатационных напряжений  $\tau_{xz}$ , установить максимальные допустимые размеры дефектов клеевых соединений при известном их расположении, определяемых неразрушающими методами.

Методика позволяет определить, будет ли при известном напряжённо - деформированном состоянии балки развиваться имеющийся дефект, является ли он опасным. Это позволяет судить о дальнейшей работоспособности конструкции.

## Список литературы

1. Сморчков, А.А., Потапова И.В., Шевелев А.С., Сморчков Д.А., Орлов Д.А., Метод расчета элементов из цельной и клееной древесины при режимных нагружениях на прочность и деформативность // Известия Юго-западного государственного университета. – 5-1.– 2011. – С. 163-168 с.

2. Кабанов В.А., Масалов А.В. Трещиностойкость элементов деревянных клеёных конструкций при длительном нагружении // Известия Юго-западного государственного университета. – 2016. – №4. – С. 96-102.
3. L. Stupishin et al., "Fracture Resistance of Bended Glued Timber Elements with Flaws". Advanced Materials Research, Vol. – 988. – pp. 363-366. – 2014. – URL: <https://www.scientific.net/AMR.988.363>
4. Партон В. З., Морозов Е. М. Механика упруго-пластического разрушения. Издание второе, перераб. и доп. – М.: Наука, 1985. – 505 с.
5. Румянцев. М. В. Определение показателей оценки качества клееной древесины с учётом дефектов склеивания / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Архангельск, 2002.