

Румянцев Михаил Владимирович,

канд. техн. наук, доцент кафедры

строительной механики и сопротивления материалов,

ВИШ САФУ имени М.В. Ломоносова,

г. Архангельск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРУШАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛКАХ С УЧЁТОМ НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ СКЛЕИВАНИЯ

Аннотация. Рассмотрено применение математического аппарата механики разрушения к определению прочности клееных деревянных балок с учётом наличия дефектов клеевых соединений.

Ключевые слова: механика разрушения, коэффициенты интенсивности напряжений, вязкость разрушения, разрушающие напряжения клееная деревянная балка.

Клееные деревянные конструкции имеют широкую перспективу для применения в строительной отрасли. Это экологически чистый продукт из возобновляемых природных ресурсов. Большое достоинство заключено в возможности создания широкого круга изделий, отвечающих самым строгим современным требованиям рынка.

Недостатком клееных деревянных конструкций является возможность существования нарушений непрерывности клеевых соединений. Они могут образовываться в процессе изготовления при нарушении технических условий (непроклей) или появляться позже из-за внешних воздействий в процессе эксплуатации. Указанные дефекты благодаря их малой толщине могут рассматриваться, как начальные трещины. Разрушение конструкции, обусловленное возможностью развития трещин, определяется на основе критериев механики разрушения. Актуальные вопросы применения механики разрушения к расчёту клееных деревянных композиций в различной постановке рассмотрены в работах

[1,2,3,4].

В качестве объекта исследования использована широко представленная на рынке России клееная деревянная конструкция - балка длиной 2 м поперечным сечением 0,15×0,15 м.

Для анализа напряженно - деформированного состояния конструкции использована программа SCAD Office. Применяется метод конечных элементов. Балка загружается единичной распределенной нагрузкой. Характер закрепления и нагружения позволяет 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.

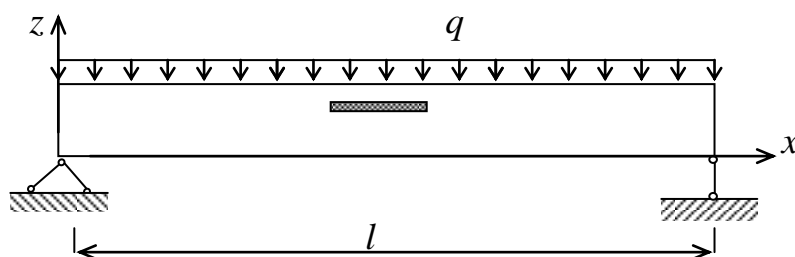


Рисунок 1

В результате расчётов найдены коэффициенты интенсивности напряжений (K_I , K_{II} , K_{III}), полностью определяющие состояние напряженно - деформированное состояние у фронта трещины [5].

Начало распространения трещины в условиях плоского напряжённого состояния определяется условием [6]:

$$\begin{cases} K_I = K_{IC} \\ K_{II} = K_{IIc} \\ K_{III} = K_{IIIc} \end{cases}, (1)$$

где, K_{Ic} , K_{IIc} , K_{IIIc} - вязкость разрушения для трещин нормального отрыва, плоского и антиплоского сдвига, механическая характеристика материала, определяющая его способность сопротивляться развитию трещин.

В виду особенностей характера напряжённо - деформированного состояния в балке, к рассмотрению следует принимать только касательные напряже-

ния, направленные параллельно дефекту. Поэтому, нас интересует только значение K_{II} . Величины вязкости разрушения для клееных композиций из древесины различных пород, K_{IIc} , определены в работе [6].

Коэффициенты интенсивности напряжений для плоского сдвига могут быть представлены в виде [6]:

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

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

На основании (2) для рассматриваемого типа трещины разрушающие напряжения будут равны:

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

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

Результат расчётов разрушающих напряжений в зависимости от размера дефекта для балки, выполненной из древесины сосны, приведен на рисунке 2 вместе с расчетным напряжением на скалывание $R_{ск}=1,6 МПа$, умноженным на коэффициент приведения поперечного сечения, учитывающий наличие дефектов, равным 0,6.

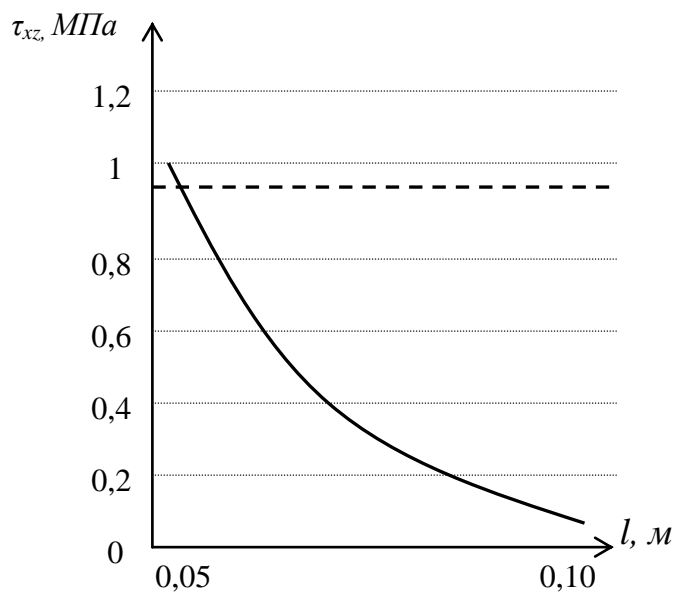


Рисунок 2

Установлено, что в случае, когда длина дефекта стремится к нулю, значения разрушающих напряжений стремятся для трещин плоского сдвига к пределу прочности при скалывании. С увеличением размеров дефектов значения разрушающих напряжений резко снижаются.

Дефекты малой длины позволяют обоснованно назначить меньшие величины коэффициентов запаса прочности, чем предусмотрено действующей нормативной литературой. Дефекты большого размера, более 6 см, может значительно влиять на разрушающие напряжения, их учёт с помощью принятых строительными правилами коэффициентов может не обеспечить прочность балки. Для достоверного, обоснованного назначения коэффициента запаса прочности следует определять неразрушающими методами контроля наличие и размер дефектов в балке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сморгачев А.А., Потапова И.В., Шевелев А.С., Сморгачев Д.А., 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. – 138 с.
2. Найчук Анатолий Яковлевич. Прочность элементов деревянных конструкций в условиях сложного неоднородного напряженного состояния: диссертация д-ра техн. наук: 05.23.01 – Москва. – 2006. – 378 с.
3. Кабанов В.А., Масалов А.В. Трещиностойкость элементов деревянных клеёных конструкций при длительном нагружении // Известия юго-западного государственного университета. – 2016 – (4) – С. 96-102.
4. L. Stupishin et al., "Fracture Resistance of Bended Glued Timber Elements with Flaws", [Электронный ресурс]/Advanced Materials Research, Vol. – 988 – pp. 363-366 – 2014 – Режим доступа: <https://www.scientific.net/AMR.988.363>
5. Румянцев М.В. Исследование коэффициентов интенсивности напряжений дефектов в клеёных деревянных балках [Электронный ресурс]/ В сборнике: Перекресток идей и гипотез. Материалы всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 116-121.
6. Румянцев. М.В. Определение показателей оценки качества клееной древесины с учётом дефектов склеивания/ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Архангельск, 2002.