

ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

Румянцев Михаил Владимирович,

канд. техн. наук,

доцент кафедры строительной механики

и сопротивления материалов

ВИШ САФУ имени М.В. Ломоносова,

г. Архангельск

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ДЕФЕКТОВ В КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛКАХ

Аннотация. Рассмотрено применение математического аппарата механики разрушения к расчёту клееных деревянных балок, определены особенности характера распределения коэффициентов интенсивности напряжений.

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

В настоящее время на рынке строительных материалов широко представлены изделия из клееной древесины. Это обусловлено наиболее полным использованием древесного сырья, следовательно, удешевлением конечной продукции, так же возможностью создания конструкций с заданными свойствами.

Существенно снижающими несущую способность клееной конструкции, могут быть нарушения непрерывности клеевых соединений. Они могут образовываться в процессе изготовления при нарушении технических условий (непроклеи) или появляться позже из-за внешних воздействий в процессе эксплуатации. Такие дефекты в виду их малой толщины, могут рассматриваться, как начальные трещины. Потеря прочности конструкции, обуславливаемая возможностью развития указанных дефектов, может быть определена на базе критериев механики разрушения. Актуальные вопросы применения механики разрушения к расчёту клееных деревянных композиций в различной постановке рас-

смотрены в работах [1,2,3,4].

В качестве объекта исследования использована производимая многими предприятиями России клееная деревянная конструкция - балка длиной 2 м поперечным сечением 0,15×0,15 м.

Для анализа напряженного состояния выбранной конструкции используем программу SCAD Office. Применяется метод конечных элементов. Балка загружается единичной распределенной нагрузкой. Характер закрепления и нагружения позволяет рассматривать плоскую задачу. Дефект малой толщины, длиной 5, 10, 15 и 20 см располагался в разных сечениях по длине пролёта балки и по высоте её поперечного сечения (рис.1). Механические характеристики материала балки соответствовали древесине сосны и ели.

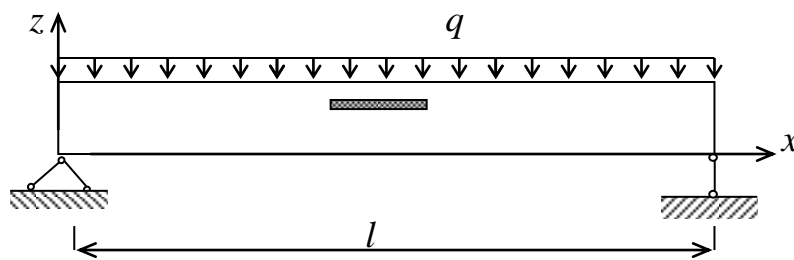


Рисунок 1

С помощью метода конечных элементов, реализованного в SCAD Office, определялись напряжения вблизи вершины дефекта. В виду особенностей характера напряжённого состояния в балке, нормальные напряжения, перпендикулярные дефекту, а так же все компоненты напряжений, направленные поперёк оси балки равны нулю. Нормальные напряжения, параллельные дефекту не приводят к его раскрытию. По этому, к рассмотрению следует принимать только касательные напряжения, направленные параллельно дефекту τ_{xz} [5]. Величина, полностью описывающая состояние фронта трещины, называется коэффициентом интенсивности напряжений (КИН). В нашем случае это КИН для трещин плоского сдвига [6]:

$$K_{II} = \tau_{xz} \sqrt{2\pi x} \quad , \quad (1)$$

где τ_{xz} - значение напряжения на продолжении трещины, определенное методом конечных элементов на расстоянии x от её вершины.

Остальные коэффициенты интенсивности напряжений в виду указанных причин можно считать равными нулю.

На рис. 2 приведён типичный график изменения КИН в зависимости от величины дефекта. Материал клееной конструкции – сосна, дефект разной длины расположен в середине пролёта в верхней сжатой части балки на расстоянии 5 см от поверхности.

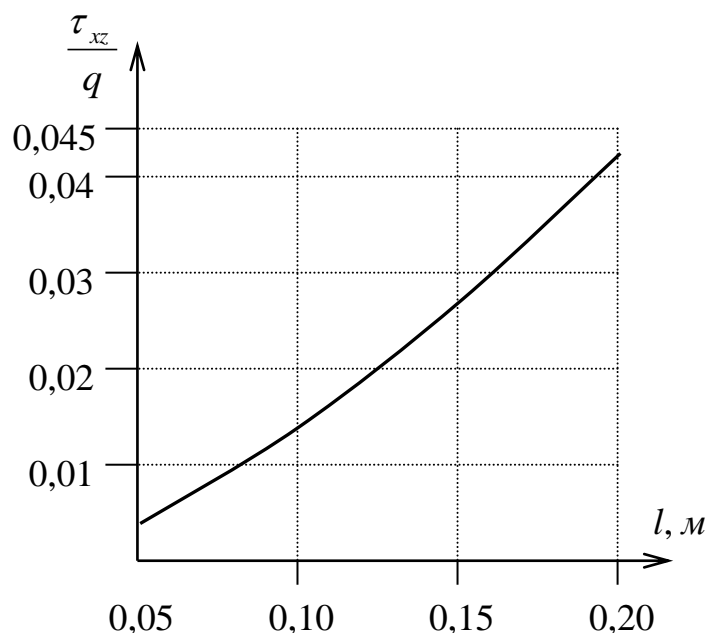


Рисунок 2

Все графики зависимости коэффициентов интенсивности напряжений от длины дефекта имеют схожий характер, независимо от места их расположения. КИН плавно возрастают с увеличением размера трещины. Величины коэффициентов интенсивности напряжений повторяют характер распределения касательных напряжений τ_{xz} по объёму балки и зависят от напряжённо – деформированного состояния конструкции. При прочих равных условиях КИН для краевых дефектов оказываются больше, нежели для трещин, расположенных в

массиве балки на величины порядка 170-190%, что говорит о их большей опасности. Результаты характерны как для древесины сосны, так и для древесины ели при радиальном и тангенциальном расположении годичных слоёв древесины. Это позволяет сделать вывод о едином характере распределения КИН для клееных деревянных балок, в т.ч. из разных пород древесины.

Зная КИН и вязкость разрушения древесины в дальнейшем можно вычислить разрушающие напряжения в балке в зависимости от имеющегося величины дефекта и иных параметров конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сморгачев А.А., Потапова И.В., Шевелев А.С., Сморгачев Д.А., Орлов Д.А. Метод расчета элементов из цельной и клееной древесины при режимных нагружениях на прочность и деформативность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://swsu.ru/structura/up/fiu/uk/achievements_of_the_department/%D0%9F%D1%83%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%2012.pdf
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 [Электронный ресурс]/ научный рецензируемый журнал/ Известия юго-западного государственного университета. – 2016 – (4). – С. 96-102. Режим доступа: <https://science.swsu.ru › jour › article › download>
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. Фокина Ю.Ю. Анализ напряженного состояния в клееных деревянных балках вблизи вершины дефекта склеивания // Сб. статей Межд. науч.- практ. конф. «Новая наука как результат инновационного развития общества». –С. 217-219.
6. Партон В. З., Морозов Е. М. Механика упруго-пластического разрушения. – М.: Наука, 1974. – 416 с.