

УДК 624.072.2.011

**РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ДЕРЕВОКОМПОЗИТНЫХ
БАЛОК НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ
LIRA 9.2.**

**STRENGTH CALCULATION OF COMPOSITE WOOD
BEAMS ON THE BASIS OF NUMERICAL STUDIES OF
SOFTWARE LIRA 9.2.**

Докт. тех. наук, профессор Рощина С.И., 8(4922)47-98-04

Канд. тех. наук, доцент Лукин М.В.

Ассистент Шохин П.Б.

Студент Грибанов А.С.

(Владимирский государственный университет)

Dr. Professor Roshchina S.I.

Ph. D. Lukin M.V.

Assistant Shokhin P.B.

Student Gribanov A.S.

(Vladimir State University)

Аннотация. Статья посвящена вопросу расчета прочности деревокомпозитных конструкций с внешним усилением. Усиление выполняется мягкой арматурой в виде стеклоткани приклеенной при помощи эпоксидной смолы, с включением в ее состав углеродных нанотрубок. Усиление выполнялось в растянутой зоне конструкции.

Ключевые слова: Деревокомпозитные конструкции, расчет, прочность, внешнее усиление мягкой арматурой.

Abstract. The article focuses on the strength calculation of wood composite structures with external amplification. Amplification is performed in the form of soft reinforcement fiberglass glued with epoxy resin, with the inclusion of its constituent carbon nanotubes. Amplification was performed in the tension zone construction.

Keywords: wood composite construction, calculation, strength, external amplification soft fittings.

Основной концепцией МКЭ является разбиение области анализа на конечное число подобластей, называемых конечными элементами. Каждый элемент определяется конечным числом точек или узлов. Система узлов и элементов образует сетку. Выбор функции формы для элемента, как и выбор самого элемента, могут быть осуществлены по-разному и являются определяющим шагом в МКЭ. Таким образом, МКЭ является систематическим способом аппроксимации непрерывной функции дискретной моделью, представляющей собой множество значений функции в некотором числе точек области в совокупности с кусочными аппроксимациями этой функции на некотором конечном числе подобластей.

Предлагаемый авторами метод усиления заключается в усилении растянутой зоны балок внешней арматурой в виде стеклоткани на основе базальтового приклеенной на эпоксидной смоле с включением в ее состав углеродных нанотрубок (УНТ). Исследования проводились на моделях деревянных балок перекрытия с размерами поперечного сечения 100x70 мм и длиной 2,25 м. Материалом является сосна 2-го сорта.

Конструкция и поперечные разрезы вариантов усиления деревянной балки с расположением элемента усиления в растянутой зоне приведены в виде графического материала на рис. 1.

Расчет балок выполнялся с применением программного комплекса Liga 9.2. Расчет производился с учетом действительной работы в статической постановке с учетом физической нелинейности материала древесины. Работа древесины описывалась диаграммами, построенными на основании экспериментальных исследований стандартных образцов на сжатие и растяжение. Расчетная схема конструкции принята в виде балки на двух опорах, нагруженная точечной нагрузкой по схеме чистого изгиба.

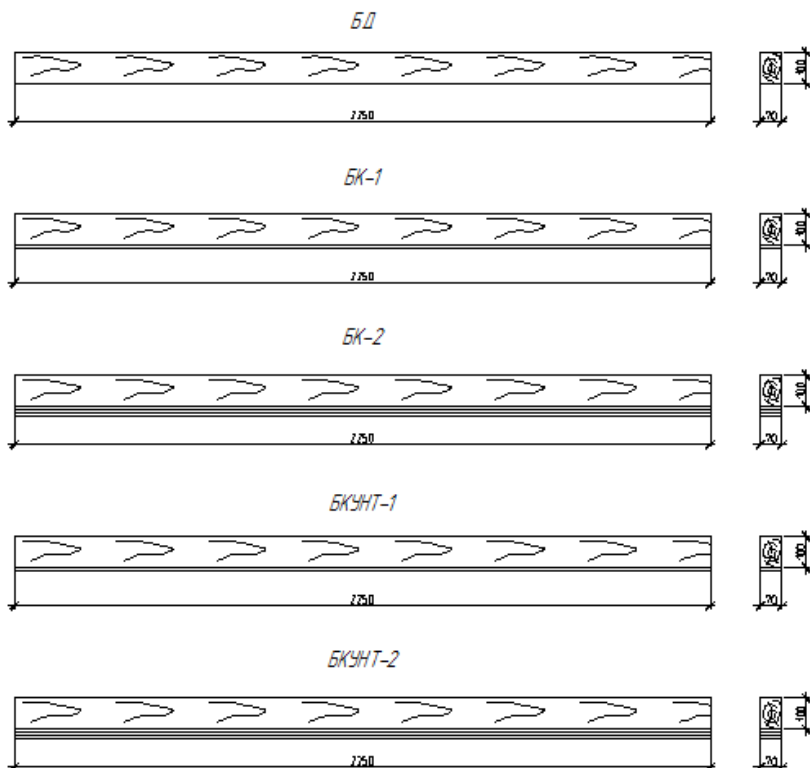


Рис.1. Варианты моделей деревокомпозитных балок

Нелинейность в программном комплексе учитывается при задании конечным элементам (пластинам) жесткостей. Нагружение балок производилось сосредоточенными нагрузками по схеме чистого изгиба. Нагрузка прикладывалась ступенями, величины которых принималась равными 1/10 от разрушающей нагрузки.

Граничные значения работы древесины приняты из приведенного графика, носящего название диаграмма Белянкина – Прагера и составляют:

- расчетное сопротивление древесины на сжатие (растяжение) - 130 кг/см^2 ;
- предел прочности на сжатие - 400 кг/см^2 ;
- предел прочности на растяжение - 1000 кг/см^2 .

Маркировка балок сечением $100 \times 70 \text{ мм}$, пролетом 2250 мм :

- Серия БД-1 – деревянные балки без армирования;
- Серия БК-1 – то же, с армированием растянутой зоны стеклотканью в 2 слоя, проклеенной эпоксидной смолой ЭД-20;
- Серия БК-2 – то же, с армированием растянутой зоны стеклотканью в 4 слоя, проклеенной эпоксидной смолой ЭД-20;
- Серия БКУНТ-1 – то же, с армированием растянутой зоны стеклотканью в 2 слоя, приклеенной эпоксидной смолой ЭД-20 с включением в ее состав углеродных нанотрубок концентрацией 0.3%;
- Серия БКУНТ-2 – то же, с армированием растянутой зоны стеклотканью в 4 слоя, приклеенной эпоксидной смолой ЭД-20 с включением в ее состав углеродных нанотрубок концентрацией 0.3%.

По результатам расчета построена диаграмма нагрузка-сжимающие напряжения и нагрузка-растягивающие напряжения (см. рис.2, 3) и сравнительный анализ напряженно – деформированного состояния.

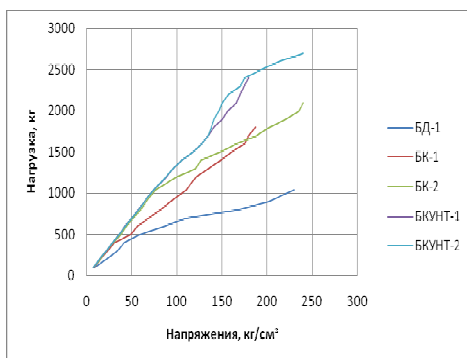


Рис.2. Диаграмма нагрузка – сжимающие напряжения в древесине

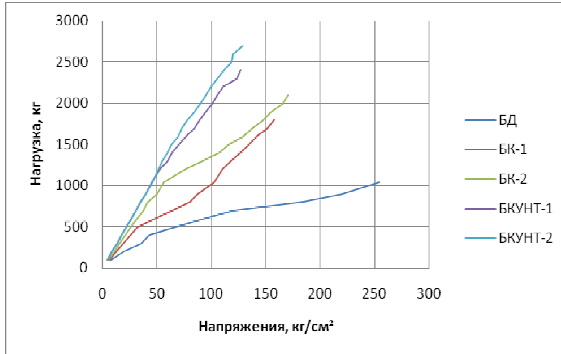


Рис.3. Диаграмма нагрузка – растягивающие напряжения в древесине

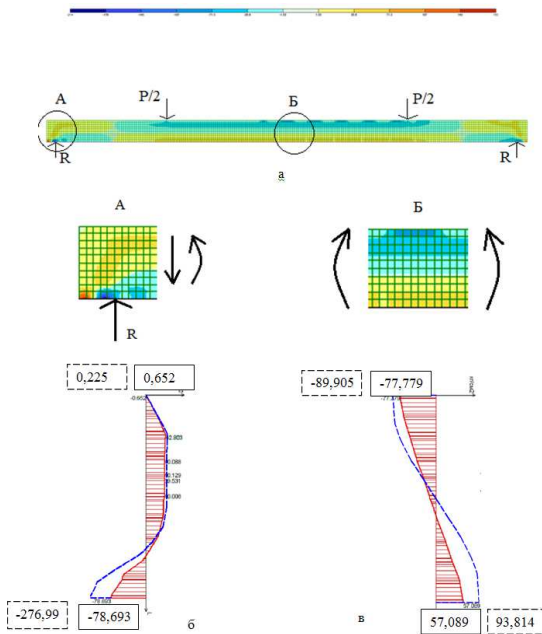


Рис.4. Напряженно-деформированное состояние деревокомпозитной балки с применением наноткани:

- (а) – расчетная схема; (б) - эпюры нормальных напряжений в опорной части; (в) - эпюры нормальных напряжений в середине пролета; --- эпюры напряжений в цельной балке.

Из анализа диаграмм (рис.2, 3) можно сделать следующие выводы:

1. Балка БД достигает предела прочности на сжатие при нагрузках:
 - в линейной постановке – 990 кг;
 - в нелинейной постановке – 1370 кг/м.Таким образом, учет действительной работы древесины идет в запас, составляющий 1,4 раза.
2. Напряжения сжатия в древесине балок достигают расчетного сопротивления при нагрузках:
 - для балок БД - 1040 кг;
 - для балок БК-1 - 1600 кг;
 - для балок БК-2 - 1760 кг;
 - для балок БКУНТ-1 - 2030 кг;
 - для балок БКУНТ-2 - 2550 кг.

Таким образом, напряжения в древесине деревокомпозитных балок уменьшаются при использовании наноклеевой композиции по сравнению с обычной деревянной балкой и деревокомпозитной балкой без использования углеродных нанотрубок.

Список литературы:

1. Шохин П.Б. Повышение эксплуатационной надежности деревокомпозитных балочных конструкций. Текст кандидатской диссертации, 2012.
2. Акатенков Р.В., Кондрашов С.В., Фокин А.С., Мараховский П.С. Особенности формирования полимерных сеток при отверждении эпоксидных олигомеров с функционализированными нанотрубками. Авиационные материалы и технологии, №2, 2011, С. 31-37.
3. Щуко В.Ю., Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции в строительстве // Учебное пособие. – Владимир, ВлГУ, 2002. - 68с.