

**ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ
ТРЕУГОЛЬНЫХ РАСПОРНЫХ СИСТЕМ С
ВЕРХНИМ ПОЯСОМ, АРМИРОВАННЫМ
КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

**NUMERICAL RESEARCH OF THE WORK
TRIANGULAR SPACER SYSTEMS WITH THE UPPER
BELT, REINFORCED COMPOSITE MATERIALS**

*д.т.н., проф. Рощина С.И. (Владимирский Государственный
Университет)*

асп. Грибанов А.С. (Владимирский Государственный Университет)

маг. Модин А.К. (Владимирский Государственный Университет)

маг. Сергеева А.Н. (Владимирский Государственный Университет)

Dr., Professor Roschina S.I.; (Vladimir State University)

Gribanov A.S.; (Vladimir State University)

Modin A.K.; (Vladimir State University)

Sergeeva A.N.; (Vladimir State University)

Аннотация

В данной работе обоснована актуальность вопроса повышения эксплуатационной надежности сжато-изгибаемых элементов деревянных конструкций, проведен сравнительный анализ работы армированных и неармированных клеодошчатых элементов.

Древесина обладает набором ценных качеств, которые открывают широкую область ее применения в несущих и ограждающих конструкциях гражданских и промышленных зданий и сооружений. Малая плотность при сравнительно большой прочности и жесткости в сухом состоянии позволяют эффективно применять деревянные конструкции в покрытиях общественных зданий, промышленных, сельскохозяйственных предприятий и др. Наиболее эффективное использование древесины как конструкционного материала наблюдается в элементах, подверженных одновременному воздействию продольной сжимающей силы и изгибающего момента, что подтверждается богатым опытом проектирования и эксплуатации деревянных конструкций. Прочностные и деформативные показатели сжато-изгибаемых элементов, в свою очередь, могут быть улучшены

за счет армирования краевых зон мягкой внешней арматурой из стеклоткани на эпоксидном компаунде с включением углеродных нанотрубок(УНТ). Решение данной задачи позволит повысить эффективность использования древесины за счет снижения материалоемкости и повышения эксплуатационных параметров.

Авторами данной статьи были проведены численные исследования работы армированных стеклотканью и цельнодеревянных сжато-изгибаемых элементов в составе треугольной распорной системы.

При расчете таких стержней применяют теорию краевых напряжений, предложенную профессором, доктором технических наук К.С. Завриевым. В соответствии с этой теорией несущая способность элемента считается исчерпанной в тот момент, когда краевое напряжение сжатию делается равным расчетному сопротивлению. Получаемые результаты обладают меньшей точностью, в отличие от теории устойчивости, однако данная теория дает более простое решение инженерной задачи, что определяет ее применение в действующих нормах проектирования.

В качестве объекта исследования принималась трехшарнирная треугольная распорная система с металлической затяжкой и клеодощатым верхним поясом по серии 1.860-6 вып.1. Пролет конструкции составляет 12м, сечение верхнего пояса 140х440мм. Армирование представлено стеклотканью на основе S-волокон саржевого плетения в краевых растянутых зонах элементов конструкции.

Важным шагом для решения поставленной задачи является присвоение механических характеристик для основного и армирующего материалов.

Основному материалу (древесине) были присвоены следующие параметры: $E=10000\text{МПа}$, коэффициенты Пуассона $V_{90,0}=0,45$, $V_{0,90}=0,02$, модуль сдвига $G=600\text{Мпа}$.

Армирующему - $E=86000\text{МПа}$, коэффициенты Пуассона $V_{90,0}=0,34$, $V_{0,90}=0,25$, модуль сдвига $G=30000\text{Мпа}$.

Результаты численных исследований получены на основе линейного статического расчета методом конечных элементов в программном комплексе Lira 9.6.

Расчетом установлено, что за счет армирования краевых зон мягкой внешней арматурой из стеклоткани на эпоксидном компаунде с включением УНТ значения нормальных напряжений в основном материале снижаются в среднем на 19%, при этом деформативность элементов уменьшается на 9%. Полученные результаты позволяют

сделать вывод об эффективности применения внешнего армирования для повышения эксплуатационных характеристик сжато-изгибаемых элементов конструкций.

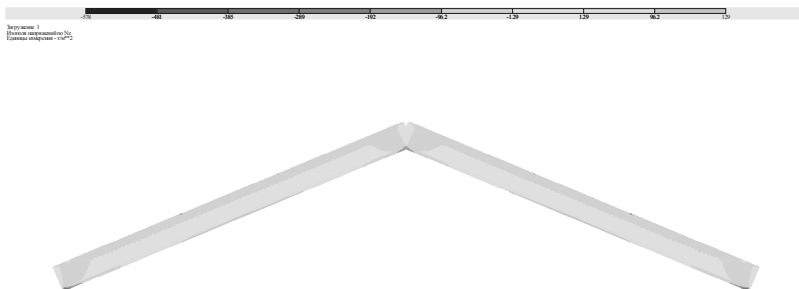


Рисунок 1. Изополя напряжений σ_z , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы без армирования

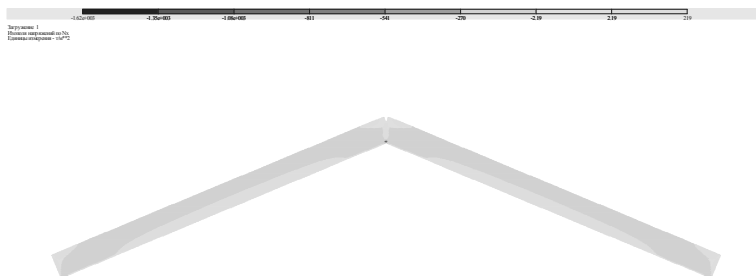


Рисунок 2. Изополя напряжений σ_x , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы без армирования

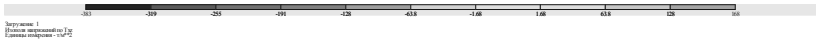


Рисунок 1
 Диапазон напряжений по τ_{xz}
 Диапазон значений: 0,1

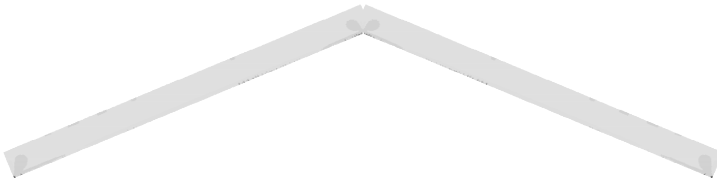


τ_{xz}

Рисунок 3. Изополя напряжений τ_{xz} , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы без армирования



Рисунок 1
 Диапазон напряжений по σ_z
 Диапазон значений: 1,0e+003



σ_z

Рисунок 4. Изополя напряжений σ_z , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы с армированием



Рисунок 5
Изополя напряжений σ_x , т/м²
Единица измерения: т/м²

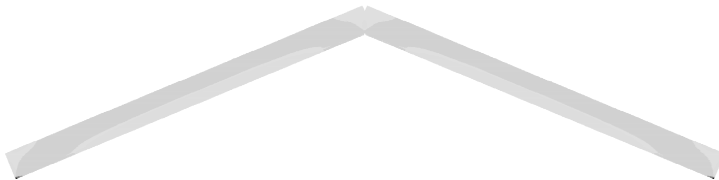


Рисунок 6

Рисунок 6. Изополя напряжений τ_{xz} , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы с армированием



Рисунок 6
Изополя напряжений τ_{xz} , т/м²
Единица измерения: т/м²

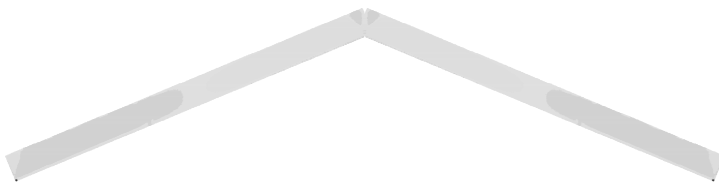


Рисунок 6

Рисунок 6. Изополя напряжений τ_{xz} , т/м² для линейного статического расчета элементов треугольной распорной системы с армированием

Список литературы:

1. Лисятников М.С. Совершенствование технологии изготовления деревоклееных конструкций с усилением приопорных зон: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.21.05 / Лисятников Михаил Сергеевич. – Архангельск : САФУ, 2015 – 179 с.
2. Рощина С.И., Сергеев М.С., Лукина А.В., Лисятников М.С. Исследование деревокомпозитных конструкций с применением эпоксидных олигомеров модифицированных углеродными нано-трубками. / Научно-технический вестник Поволжья. №2 2013 г. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2013.-298 с. ISBN 2079-5920, с. 189-192.
3. Сергеев М.С. Совершенствование технологии изготовления деревянных конструкций с термоупрочнением краевых зон: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.21.05 / Сергеев Михаил Сергеевич. – Архангельск : САФУ, 2013 – 173 с.
4. Рощина С.И., Сергеев М.С., Грибанов А.С, Кардаш Е.В, Марков С.В, Кустикова Ю.О Исследование моделей цельнодеревянных балок, симметрично усиленных стеклотканью на модифицированном эпоксидном олигомере./ «Естественные и технические науки» №9-10(77)2014, г. Москва, «Спутник», ISSN 1684-2626
5. Слицкоухов Ю.В. и др. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. для ВУЗов/ Ю.В. Слицкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гапов и др. – М.: Стройиздат, 1986. – 543с.