

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-  
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
ДРЕВЕСИНЫ, АРМИРОВАННОЙ  
СТЕКЛОТКАНЬЮ С ВКЛЮЧЕНИЕМ УНТ, ПРИ  
СКАЛЫВАНИИ ВДОЛЬ ВОЛОКОН**

**STUDY OF STRESS-STRAIN STATE OF WOOD, FIBERGLASS  
REINFORCED WITH THE INCLUSION OF CNT AT CHIPPING  
ALONG THE GRAIN**

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

*к.т.н., проф. Смирнов Е.А. (Владимирский Государственный  
Университет)*

*Лисятников М.С. (Владимирский Государственный Университет)*

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

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

*Professor Smirnov E.A.; (Vladimir State University)*

*Lisyatnikov M.S.; (Vladimir State University)*

*Gribanov A.S.; (Vladimir State University)*

В строительном проектировании зачастую встречаются конструкции, разрушение которых происходит не по нормальным сечениям в середине пролета, а от скалывающих напряжений в приопорной зоне. Среди ярких примеров таких конструкций можно выделить деревянные стропильные балки с отношением высоты к длине элемента  $1/8...1/9$  в зависимости от сорта древесины [1], или деревянные балки чердачного и междуэтажного перекрытия, дополнительно нагруженные в приопорных зонах возле стен инженерным оборудованием (котлами, вентиляционными установками, трубопроводами и т.д.). Перед проектировщиками возникает вопрос усиления приопорных зон деревянных балок.

Одним из направлений современного усиления деревянных конструкций является армирование последних стеклотканью на клеевой композиции с включением УНТ. Однако работа на скалывание древесины в приопорных зонах армированных деревянных конструкций остается мало изученной. В связи с этим были проведены испытания на скалывания вдоль волокон.

Из древесины второго сорта были выпилены три серии стандартных образцов (рисунок 1). Первая серия состояла из трех деревянных образцов без усиления (Д1...3), в следующей серии на три образца наклеивалась стеклоткань в один слой с каждой стороны при помощи обыкновенной эпоксидной матрицы (К1...3). В третьей серии на три образца стеклоткань наклеивалась так же в один слой с каждой стороны, но в клеевой состав добавлялись углеродные нанотрубки в следующих пропорциях: 100 вес ч. ЭД-20, 15 вес ч. ПЭПА, УНТ 0,5 вес ч. (К<sub>УНТ</sub>1...3).

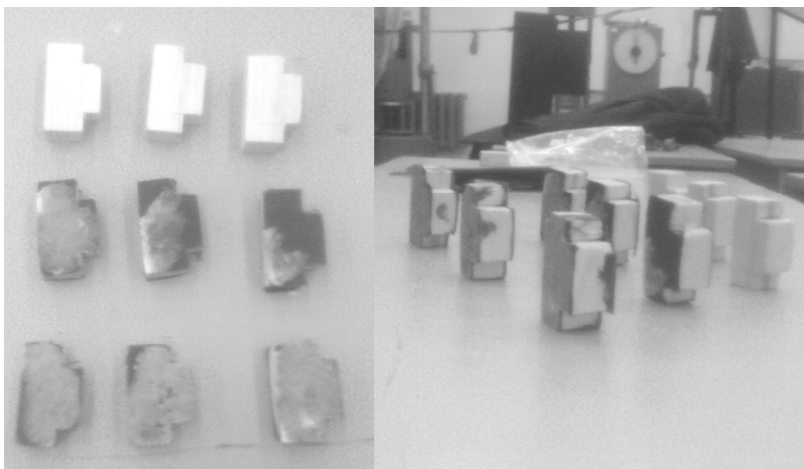
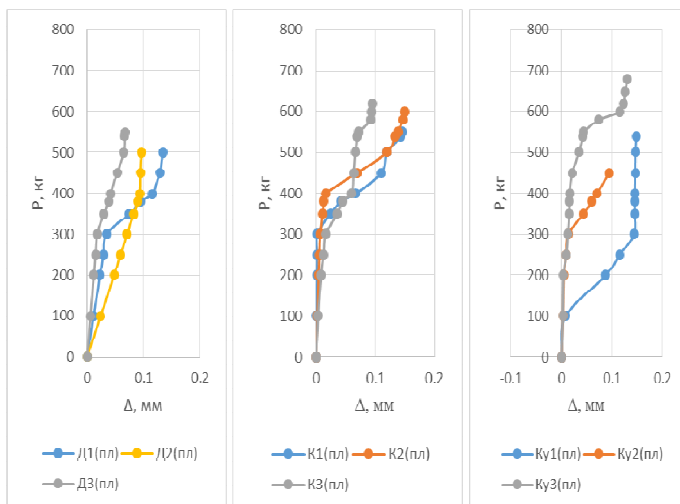


Рисунок 1. Образцы для испытания на скалывание вдоль волокон

Температура в помещении была 21°C, относительная влажность составляла 56%, влажность образцов 13-15%.

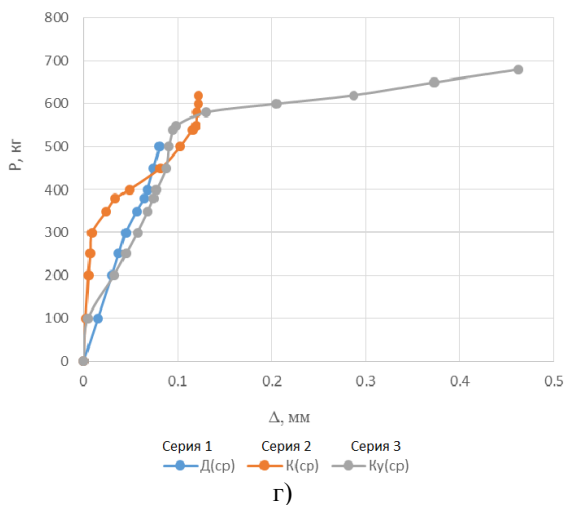
Все исследования проводились согласно ГОСТ 16483.5-73 [2]. Результаты опытов представлены графически в виде зависимости «нагрузка – перемещение».



а)

б)

в)



г)

Рисунок 2. Результаты испытаний. а – 1-ая серия испытаний; б – 2-ая серия испытаний; в - 3-ья серия испытаний; г – сравнительное изображение средних показателей всех трех серий испытаний  
Максимальная разрушающая нагрузка для неармированных деревянных образцов составила 550 кг при перемещении 0,098 мм, для образцов усиленных стеклотканью на обычной клеевой

композиции – 620 кг при перемещении 0,122 мм, для образцов усиленных стеклотканью с включением УНТ – 680 кг при перемещении 0,462 мм.

В результате проведения экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния древесины, армированной стеклотканью с включением УНТ, при скалывании вдоль волокон, можно сделать следующие выводы:

- 1) Прочность образцов 3-ей серии испытаний увеличивается в среднем на **10...16 %** по сравнению с 1-ой серией, и на **5...7%** по сравнению со 2-ой серией;
- 2) Деформативность образцов 3-ей серии испытаний снижается в **4...5 раз** по сравнению с 1-ой серией, и в **3 раза** по сравнению со 2-ой серией;
- 3) Исключается возможность хрупкого разрушения конструкций в приопорной зоне за счет клеевой связи древесины со стеклотканью.

Полученные данные, безусловно, можно считать отправной точкой в изучении усиления приопорных зон деревянных конструкций при помощи стеклоткани и УНТ.

*Список литературы:*

1. Конструкции из дерева и пластмасс. Под ред. Слицкоухова Ю.В., Стройиздат, 1986, 122с.
2. ГОСТ 16483.5-73. Древесина. Метод определения предела прочности при скалывании вдоль волокон.
3. Исследование деревокомпозитных конструкций с применением эпоксидных олигомеров модифицированных углеродными нано-трубками. Рощина С.И., Сергеев М.С., Лукина А.В., Лисятников М.С., УДК 60, ББК 30-1, Н-66, Научно-технический вестник Поволжья. №2 2013 г. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2013.-298 с. ISBN 2079-5920, с. 189-192