

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО  
ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ БАЛОК  
ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ  
ПОВЫШЕНИЯ СДВИГОВОЙ ПРОЧНОСТИ**

**RATIONAL FOR SELECTION OF THE OPTIMAL OP-  
TIONS FOR STRENGTHENING BEAMS RECTANGU-  
LAR CROSS SECTION WITH THE PURPOSE OF IN-  
CREASING SHEAR STRENGTH**

*асс., Окунь И.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина)  
assistant, Окунь И.В. (Odessa State Academy of Building and Architecture, Odessa, Ukraine)*

**Аннотация**

На основании напряженно-деформированного состояния балок прямоугольного сечения, полученного при помощи выполненных численных расчетов в ПК, приведены наиболее оптимальные параметры армирования в таких конструкций.

**Ключевые слова:** прямоугольная балка, вертикальное армирование, стальная сетка, касательные напряжения.

**Summary**

Based on the stress-strain state of the rectangular cross section beams, obtained by performing numerical calculations in programs, given the most optimal parameters of reinforcement of such constructions.

**Keywords:** cross section beam, reinforcement, steel net, shear stress.

При изгибе касательные напряжения, которые уравнивают поперечную силу  $Q$ , достигают значительной величины в балках, сечение которых имеет прямоугольную или двутавровую форму. В работе проведены численные расчеты балок прямоугольного сечения. Касательные напряжения по высоте прямоугольного сечения изменяются по закону квадратной параболы, обращаясь в ноль у верхнего и нижнего краев. По длине конструкции соответственно максимальные напряжения возникают на припорных участках. Разрушению многих конструкций предшествует разрушение непосредственно в этих зонах, в

связи с чем им необходимо уделять наибольшее внимание, и как следует – такие места необходимо дополнительно усилить.

Среди наиболее известных методов повышения свдиговой прочности можно выделить следующие:

- установка углепластиковых, алюминиевых, стальных, фанерных и деревянных накладок по высоте сечения в зоне наибольших скалывающих напряжений (в приопорных зонах);
- усиление балочных элементов путем установки углеродных стержней по высоте сечения внутрь тела балки перпендикулярно и под углом к волокнам (по типу системы ЦНИИСК).

В рамках развития области применения МПА нами на кафедре было предложено использование метода вертикального послойного армирования. Данный метод предполагает устройство в торце балки вертикального паза по всей высоте балки и установки на расчетную глубину металлической (углепластиковой) сетки.

В рамках численного исследования по выбору наиболее рационального метода и способа усиления приопорной зоны было просчитано 5 балок с одинаковыми геометрическими параметрами но разными способами усиления (армирования) от действия одинаковой нагрузки.

Геометрические параметры балок: деревянная балка, материал балки – сосна 2-го сорта, длина балки,  $L = 12000$  мм, высота балки  $h = 800$  мм, ширина балки  $t = 160$  мм. Все балки загружались равномерно распределенной нагрузкой, равной  $0,02$  МПа. Касательные напряжения определялись для сечения 1-1, находящегося в  $1/30 = 400$  мм от опорного торца балки (рис. 1). В случае армирования сетками учитывалось явление модификации.

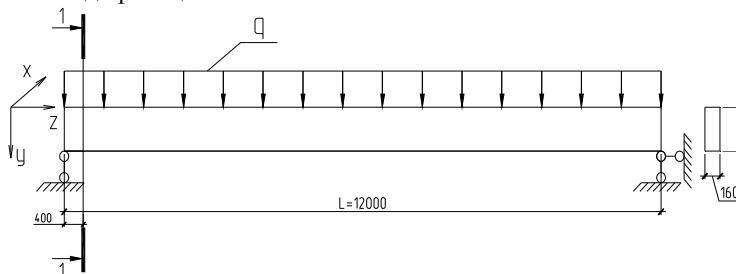


Рис. 1. Расчетная схема балок

1 схема балки – балка без усиления (рис. 1);

2 схема балки – балка, усиленная в опорной части наклонно-вклеенным стержнем, диаметром 18 мм (рис. 2);

3 схема балки – балка, усиленная методом послойного армирования, а именно вертикальным устройством 2 сеток по ширине сечения по всей высоте в торце балки посредством устройства в пропил тела балки. Толщина сетки составляла по 2 мм, длина армирования – 800 мм от опоры (рис. 3);

4 схема балки – послойное армирование растянутого пояса балки, толщина армирующего слоя 4 мм (рис. 4);

5 схема балки – армирование опорной части путем вертикального устройства сеток по всей высоте с обеих сторон по боковой поверхности балки (накладки). Толщина сеток составила по 2 мм, длина армирования – 800 мм от поры (рис. 5).

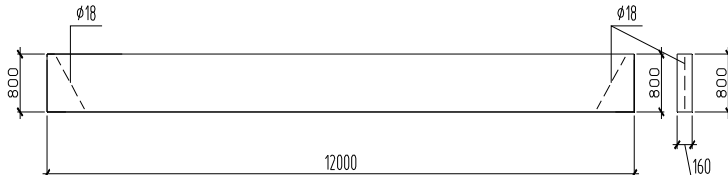


Рис. 2. Расчетная схема балки с наклонно-вклеенными стержнями

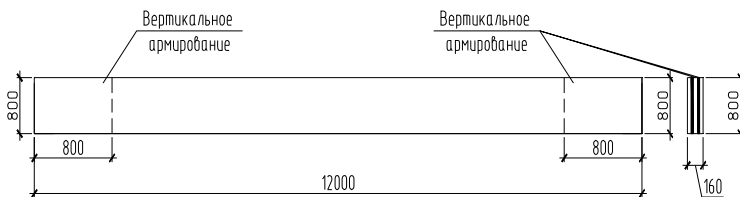


Рис. 3. Расчетная схема балки с армированием сетками в опорной части

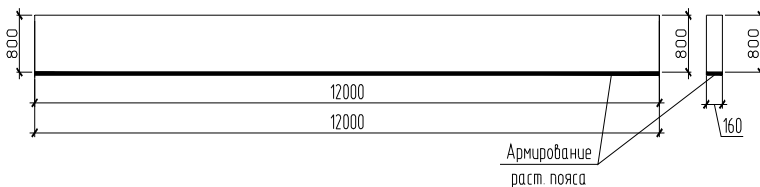


Рис. 4. Расчетная схема балки с послойным армированием сетками растянутого пояса

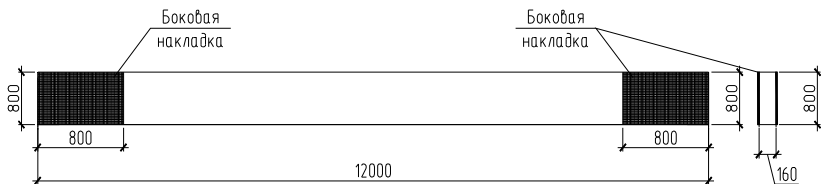


Рис. 5. Расчетная схема балки с боковыми накладками из сеток

Результаты численных исследований представлены в виде сравнительных графиков (эпюр) касательных напряжений (рис. 6).

- — балка без усиления
- — балка с накл. вкл. стерж.
- △ — балка с усилением МПА
- ◇ — балка с армированием раст. п.
- — балка с накладками

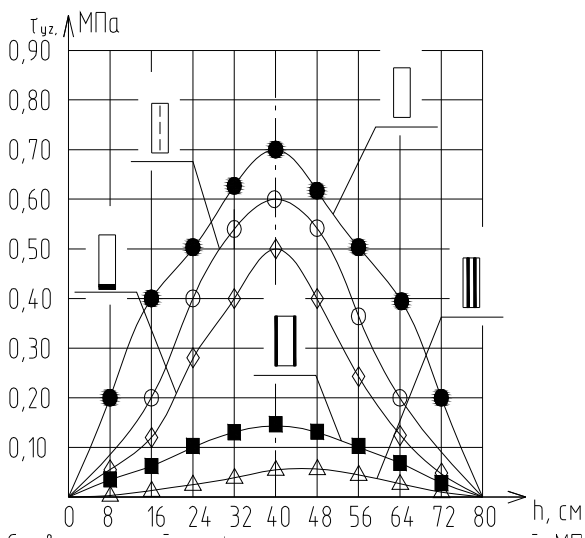


Рис. 6. Сравнительные графики (эпюры) касательных напряжений разных схем усиления балок

В результате численных исследований было установлено, что для повышения сдвиговой прочности наиболее оптимальным вариантом усиления есть усиление по 3 – ей схеме балки, а именно установка армирования сетками по ширине сечения по всей высоте путем устройства пропила в теле балки. Как видно из рис. 6, при данной схеме усиления скальвающие напряжения минимальные и составляют 0,06 МПа. При этом скальвающие напряжения в балке без армирования составляют 0,70 МПа. Затем идет 5 – ая схема балки (накладки из сеток). Скальвающие напряжения составили 0,14 МПа. 2 – ая и 4 – ая схемы показали соответственно величины скальвающих напряжений 0,6 и 0,5 МПа.

### *Список литературы*

1. Турковский С.Б. Клееные деревянные конструкции с узлами на клеенных стержнях в современном строительстве (система ЦНИИСК). / С.Б. Турковский, А.П. Погорельцев, И.П. Преображенская. – Москва: РИФ «Стройматериалы», 2013. – 308 с.
2. Окунь И.В. Прочность и деформативность клеодощатых балочных конструкций с послойным армированием : дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н.:05.23.01 / Окунь Ирина Викторовна – Одесса: ОГАСА, 2014.
3. Chad P. Kirilin. Experimental and Finite-Element Analysis of Stress Distributions Near the End of Reinforcement in Partially Reinforced Glulam. The Thesis / Oregon State University, 1996.
4. Патент на изобретение UA №87286 «Деревянная балка». Опубл. в бюл. № 13 от 10.07.2007 / Стоянов В.В. И др.