

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ  
ДЕРЕВЯННЫХ ДВУСКАТНЫХ БАЛОК С  
РАЦИОНАЛЬНЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ АРМАТУРЫ  
НА КОМПАУНДЕ С НАНОЧАСТИЦАМИ**

**FEATURES DESIGN WOODEN BEAM GABLE  
RATIONAL PLACING FIXTURES ON COMPOUNDS  
WITH NANOPARTICLES**

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

*Канд. тех. наук, профессор **Смирнов Е.А.***

*Аспирант **Киселёв И.В.***

*(Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых)*

*Dr. Professor **Roshchina S.I.***

*PhD, Professor **Smirnov E.A.***

*Postgraduate student **Kiselev I.V.***

*(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs)*

**Аннотация**

Статья посвящена рациональным особенностям конструирования армированных деревянных двускатных балок и вклеивания арматуры. Предложен вариант армирования деревоклееных двускатных балок. Для обеспечения надёжной совместной работы арматуры с древесиной описываются особенности применения композита модифицированного углеродными наноматериалами.

**Ключевые слова**

Деревянная двускатная балка, рациональное армирование, наночастицы.

**Abstract**

The article is devoted to the rational design of reinforced features wooden beams and pitched sticking valves. A variant of reinforcement derevokleenyh gable beams. To ensure reliable collaboration with wood

reinforcement describes the features of the compound of the modified carbon nanomaterials.

### **Keywords**

Wooden gable beam, sound reinforcement, nanoparticles.

В настоящее время большое значение приобретает применение композиционных материалов с включением наночастиц при изготовлении строительных конструкций. Поэтому изучение напряженно-деформированного состояния и создание новых армированных деревянных балок с вклеиванием стержней арматуры на компаунде с нанодобавками является актуальным.

Наиболее трудоёмким при изготовлении армированных деревянных конструкций, является процесс вклеивания арматуры, включающий операцию приготовления клеевой композиции для склеивания арматуры с древесиной; фрезерование пазов под арматуру; подготовку арматуры (очистка от загрязнений, обезжиривание); укладку и запрессовку арматуры.

Вследствие чего, рациональным с конструктивной и технологической точки зрения, является армирование конструкции по пласти. В этом случае пазы под арматуру фрезеруются по боковой поверхности конструкции фасонными фрезами. Конструктивный элемент лежит плашмя, что позволяет сократить время и расходы на изготовление, так как отпадает необходимость кантовать конструкцию при вклеивании арматурных стержней, то есть позволяет вклеивать арматуру в сжатую и растянутую зону за один проход. При этом размеры паза (ширина и глубина) должны не более чем на 5 мм. превышать наружный диаметр арматуры. Защитный слой  $z$  из древесины, расстояние от грани балки до края паза под арматуру, по высоте сечения, назначается из условия предела необходимой огнестойкости, но не менее принятого диаметра арматуры. Двускатную деревянную балку предлагается проектировать составной по ширине сечения, в результате чего, вклеенная арматура размещается внутри составного поперечного сечения, тем самым обеспечив требуемую огнестойкость конструкции, а также защиту арматуры и клеевой прослойки «арматура-древесина» от внешних температурных и химических воздействий. Составные по ширине армированные деревянные элементы соединяются резьбовыми шпильками, которые в свою очередь рекомендуется заглублять в древесину и заклеивать деревянными заглушками, для повышения огнестойкости конструкции. Конструкция и поперечный разрез балки приведён на рис. 1.

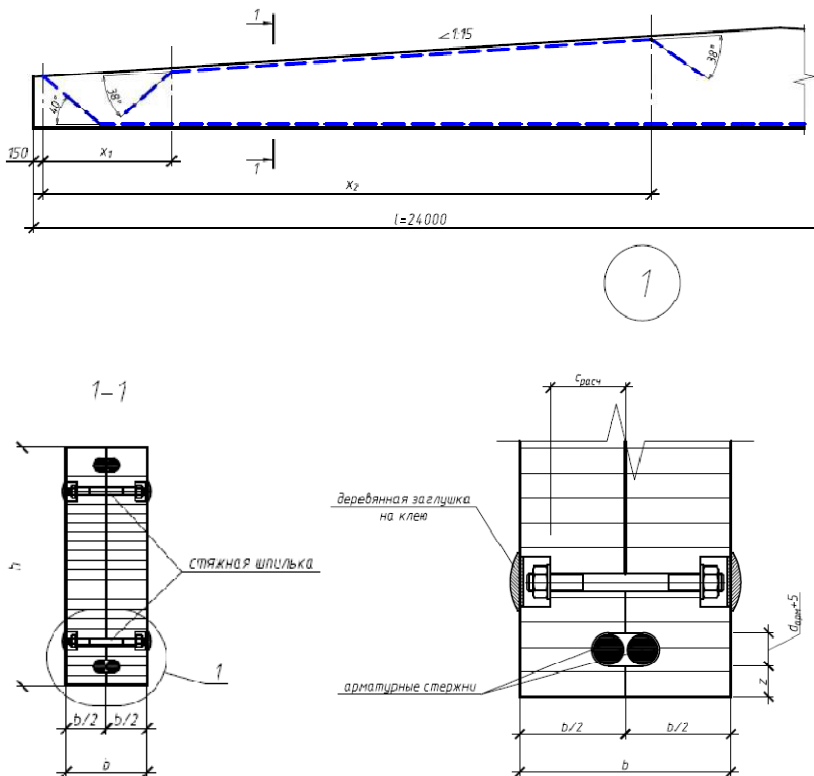


Рисунок 1. Конструкция и поперечный разрез деревянной двускатной армированной балки

Соединение арматуры с древесиной во многом определяет эффективность армированных деревянных конструкций на всех стадиях работы изгибаемой конструкции. При склеивании древесины с арматурой необходимо, чтобы прочность компаунда превышала прочность основного материала конструкции – древесины. При испытании необходимо, чтобы разрушение происходило не по клеевой прослойке или границе её с древесиной, а по самой древесине. Для обеспечения надёжной совместной работы арматуры с древесиной предлагается применение компаунда на основе эпоксидно-диановой смолы ЭД-20, модифицированной углеродными наноматериалами

(УНМ) в виде углеродных нанотрубок (УНТ). Высокие прочностные свойства УНТ представляют значительный интерес с точки зрения новых материалов и объектов обладающих высокими механическими свойствами.

Эксперименты показывают, что УНТ являются материалом с рекордно высокими значениями модуля Юнга ( $\approx 1$  ТПа), что обусловлено совершенством структуры и сильной химической связью между атомами углерода, составляющими нанотрубку. Одним из важнейших факторов является тот, что даже малые концентрации УНТ повышают механические свойства композитов. Вместе с тем создание эпоксидных компонентов, модифицированных УНТ, вызывает существенные трудности, связанные с достижением их однородного распределения в матрице из-за высокой энергетической активности, склонности к агрегатированию и седиментации в менее плотной олигомерной среде. Эффективным способом преодоления указанных проблем является использование ультразвуковой обработки.

Проведенные ранее исследования позволили установить оптимальные концентрации УНТ в эпоксидной матрице в диапазоне 0,4...0,8 % мас. Данная клеевая композиция позволяет существенно увеличить прочность клеевой прослойки (когезионную прочность) и связи её со склеиваемыми материалами (адгезионные физико-механические характеристики в зоне контакта «арматура-древесина») предположительно в 1,5-2 раза.

При замешивании клеевой композиции могут образоваться поры, которые оказывают значительное влияние на прочность композита при межслойном сдвиге. Межслойная сдвиговая прочность достаточно хорошо характеризует прочность адгезионного соединения на поверхности раздела арматуры с древесиной. Так как при увеличении пористости композита эта прочность снижается, то возможно ослабление граничной адгезии из-за наличия пор.

Вклеивание арматуры предлагается с плавным нагревом конструкции до 60-70°C, что приводит к резкому сокращению времени полимеризации, клей становится однородным, расширяется и занимая большой объём за счёт диффузионных свойств, проникает на значительную глубину в поры древесины, при этом увеличивается действительная площадь склеивания. Нагрев целесообразно проводить конвекционным способом в камере аэродинамического подогрева или терморрадиационным с помощью инфракрасных электрических излучателей в течение 3-4 часов с последующей 0,5 час. выдержкой в прессе. При этом рост внутренних напряжений в клеевом соединении

происходит гораздо медленнее. Нарастание модуля упругости также несколько сдвигается в сторону увеличения времени нагрева.

После выемки из пресса армированная конструкция отправляется на склад готовой продукции. Конструкция должна выдержаться в течение 7-10 суток после изготовления при температуре не ниже 18-20°C, поскольку происходит некоторое нарастание модуля упругости, что также свидетельствует о длительности процесса окончательного отверждения.

#### *Список литературы:*

1. Карлсен Г.Г., Слицкоухов Ю.В. Конструкции из дерева и пластмасс. М.:Стройиздат, 1986. – 543 с.
2. Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
3. Репин В. А. Деревянные балки с рациональным армированием. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Владимир, 2000.
4. Рощина С.И. Прочность и деформативность клееных армированных деревянных конструкций при длительном действии нагрузки. Текст докторской диссертации, 2009.
5. Смирнов Е.А. Прочность и деформативность клееных деревянных балок с групповым армированием на части длины. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Владимир, 1986.
6. Щуко В.Ю., Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции в строительстве // Учебное пособие. – Владимир, ВлГУ, 2002. - 68с.