

## ПОСЛОЙНОЕ АРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

Горгола О.М., Стоянов В.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**У статті викладені основні принципи нового методу пошарового армування суцільних дерев'яних балок та наведені результати експериментальних досліджень балок з пошаровим армуванням.**

Принцип армирования древесины, используемый ныне, заключается в устройстве специальных пазов по длине элемента, в которые затем укладывается арматура и заливается клеевой композицией [1]. Такой метод армирования заимствован из технологии железобетона. Для древесины же, такой метод противоречит ее структуре, т.к. при армировании древесины в существующую анизотропную упругопластическую среду (каковой является древесина) внедряются стержни, что не совсем соответствует логике конструирования.

Для древесины, особенно цельной наиболее приемлемым следует считать разработанный на кафедре МД и ПК ОГАСА метод послойного армирования [2], когда понизу или поверху деревянного сечения создается новый слой высокомодульного материала определенной толщины. Причем, при необходимости этот армирующий слой может быть продлен за пределы проектируемого конструктивного элемента в любом месте – по длине или по ширине, что обеспечивает возможность присоединения между собой стержневых элементов под любым углом друг к другу. К достоинству метода послойного армирования следует отнести расширение объема модифицированной древесины по всей плоскости армирования, что способствует увеличению жесткости древесины [2].

Высокомодульная, в частности, стальная арматура обеспечивает существенное повышение жесткости деревянных конструкций, а также более полное использование прочностного ресурса древесины в зоне

растяжения. Предельные деформации волокон древесины  $\varepsilon_{\text{нр}}^{\delta}$  в растянутой зоне могут достигать величины 1,15%. **При такой деформации стальная арматура испытывает напряжение почти втрое большие, чем древесина.** Здесь, следует обратить внимание на то, что до достижения в древесине предельных

деформаций  $\varepsilon_{\text{нр}}^{\delta}$  армированные деревянные конструкции проявляют большую деформативность, что

является следствием текучести стали, которая наступает при предельных деформациях  $\varepsilon_{\text{нр}}^{\text{ж}} = 0.3\%$ , и

практического исчерпания упругих деформаций древесины при  $\varepsilon_{\text{нр}}^{\delta} = 0.5\%$ . Это обстоятельство приводит к

тому, что при упругих деформациях древесины, не превышающих  $\varepsilon_{\text{нр}}^{\delta}$ , и последующей разгрузки полученные прогибы конструкции не исчезают.

При совместной работе арматуры с древесиной несущая способность арматуры используется очень эффективно – напряжения в арматуре достигают предела прочности ранее, чем исчерпывается предел прочности древесины.

Расчет всех балок послойного армирования базируется на использовании известного приема приведенных геометрических характеристик для сечений, составленных из разномодульных материалов.

$$I_{\text{нр}} = \beta \cdot I_{\delta} \quad (1)$$

где  $\beta = 1 + 3n\mu$  – для сечений с двойным симметричным армированием;  $\beta = 1 + 4n\mu / (1 + n\mu)$  – для сечения с одиночной арматурой;  $n$  – соотношение модулей упругости материала армирования и древесины;  $\mu$  – коэффициент армирования

Приведенный момент сопротивления сечения высотой  $h$  с двойным симметричным армированием –

$$W_{\text{нр}} = 2 J_{\text{нр}} / h \quad (2)$$

здесь принимается в запас прочности равенство полной высоты сечения  $h$  и расчётной высоты сжатой зоны.

Приведенный момент сопротивления для элементов сечения с одиночной арматурой растянутой и сжатой зон

$$\text{где } h_p = h/2(1+n\mu) \text{ и } h_c = h(1+2n\mu)/2(1+n\mu); \quad (3)$$

В лаборатории кафедры металлических, деревянных и пластмассовых конструкций ОГАСА ведутся исследования балок из цельной древесины армированных послойно лентами из различных высокомодульных материалов – металлических, углепластиковых и других. Всего испытано более двадцати балок различного сечения, пролета и армирования. Методика испытания балок предусматривала приложения двух сосредоточенных сил, что осуществлялось на специально подготовленном стенде рис. 1.

В качестве измерительных приборов использовались прогибомеры для измерения вертикальных перемещений и тензорезисторы для измерения деформаций. Нагрузка прикладывалась ступенями по  $0,1 P_{разр}$ .

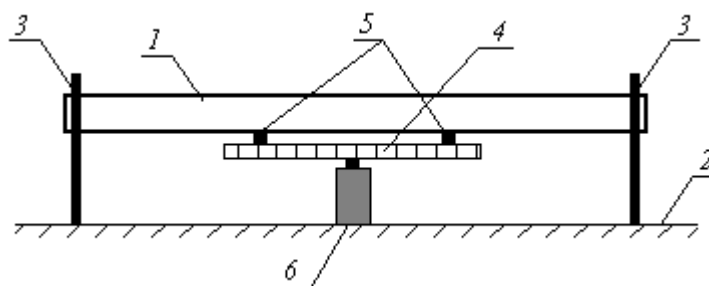


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для испытаний балок:  
 1 – исследуемая балка, 2 – силовой пол, 3 – опорные стойки,  
 4 – металлическая траверса, 5 – прокладки в местах передачи  
 сосредоточенной силы, 6 – гидравлический домкрат  
 с тарированным манометром

Анализ прочности и деформативности армированных балок показывает существенный рост несущей способности их по сравнению с неармированными. В частности для одинарного и двойного армирования это увеличение соответственно в 2.7-4.2 раза.

Как видно из рис. 2, за пределами регламентируемых прогибов наблюдается ускоренное развитие деформаций связанное с пластическим течением высокомодульного слоя и роста деформаций растяжения в древесине. Разрушающая нагрузка армированных и неармированных балок разнятся более чем в 6 раз, что свидетельствует о надежности несущих армированных цельнодеревянных балок.

### Выводы

Результаты экспериментальных исследований подтверждают, что послойное армирование технологично и эффективно, а по несущей способности не уступают армированию отдельными стержнями. Кроме того, армирование древесины производится без ослабления ее пазами для установки арматуры, а расширение объема модифицированной древесины на границе с арматурой открывает возможности повышения ее несущей способности.

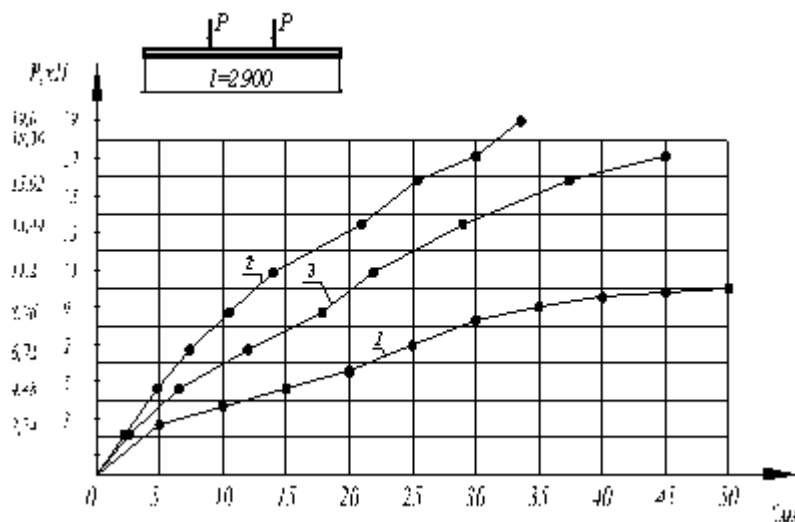


Рис. 2. Экспериментальные кривые деформативности центра армированных балок: 1 – с послойным армированием только в растянутой зоне, 2 и 3 – с двойным симметричным армированием.

### Литература

1. Щуко В.Ю., Рощина С.И., Клееные деревянные конструкции с рациональным армированием // Современные проблемы совершенствования и развитие строительных конструкций. Материалы международного симпозиума – Самара, 1996 г., - с.72-76.

2. Стоянов В.В., Совершенствование армированных деревянных конструкций // Итоги строительной науки. Материалы международной НТК, Владимир 2003 г., с. 258-262.
3. Горгола О.М., Колинко Д.А., Кононенко В.Ю., Стоянов В.В. Экспериментальные исследования армированной цельной древесины // В. сб. Совр. стр. констр. Сб. науч. трудов / ОГАСА., О., 2004, стр. 35-40.