

УДК 624.072.2.011 (075.8)

АРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

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

В статье изложены основные принципы нового метода армирования цельных деревянных балок и приведены результаты экспериментальных исследований балок с послойным армированием.

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. Однако, формирование железобетона происходит на базе стальной арматуры (вокруг которой создается бетонная среда), в то время как, 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 ε_{np}^0 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 ε_{np}^0 армированные дере-

вянные конструкции проявляют большую деформативность, что является следствием текучести стали, которая наступает при предельных деформациях $\varepsilon_{np}^M = 0.3\%$ и практического исчерпания упругих деформаций древесины при $\varepsilon_{np}^0 = 0.5\%$. Это обстоятельство приводит к тому, что при упругих деформациях древесины не превышающих ε_{np}^0 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.

$$I_{np} = \beta \cdot I_0, \quad (1)$$

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;

μ – коэффициент армирования

Приведенный момент сопротивления сечения высотой h с двойным симметричным армированием – $W_{np} = 2J_{np} / h$

$$W_{np} = 2J_{np} / h, \quad (2)$$

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

$$W_{np}^p = J_{np} / h_p \quad (3)$$

$$W_{np}^c = J_{np} / h_c,$$

где $h_p = h/2(1+n\mu)$ и $h_c = h(1+2n\mu)/2(1+n\mu)$.

В лаборатории кафедры металлических, деревянных и пластмассовых конструкций ОГАСА ведутся исследования балок из **цельной древесины** армированных послойно лентами из различных высокомолекулярных 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. Испытание балки двумя сосредоточенными силами через металлическую траверсу

Испытания балок сечением 130x40 мм и пролётом 2000 мм показал, что при минимальном коэффициенте армирования $\mu=1\%$ имеет место хорошее совпадение экспериментальных результатов с расчётными величинами. Прогиб армированной балки от действия сосредоточенного груза 0,9 кН, приложенного в её середине составил 14 мм, что в 1,5 раза меньше чем прогиб неармированной деревянной балки такого же сечения. Прямая пропорциональная зависимость между нагрузкой и прогибами сохранялась соответственно для армированной и неармированной балок до величины нагрузки 2,0 кН и 1,38 кН. Разрушающая нагрузка для цельной древесины без армирования составила 5,6 кН. При этом наблюдалось хрупкое разрушение от разрыва волокон в нижней растянутой зоне. Армированная балка при той же нагрузке не раз-

рушена, а получила критический прогиб около 50 мм, который был вызван пластическим течением металла армирования и накопления им определённых необратимых деформаций перед разрушением.

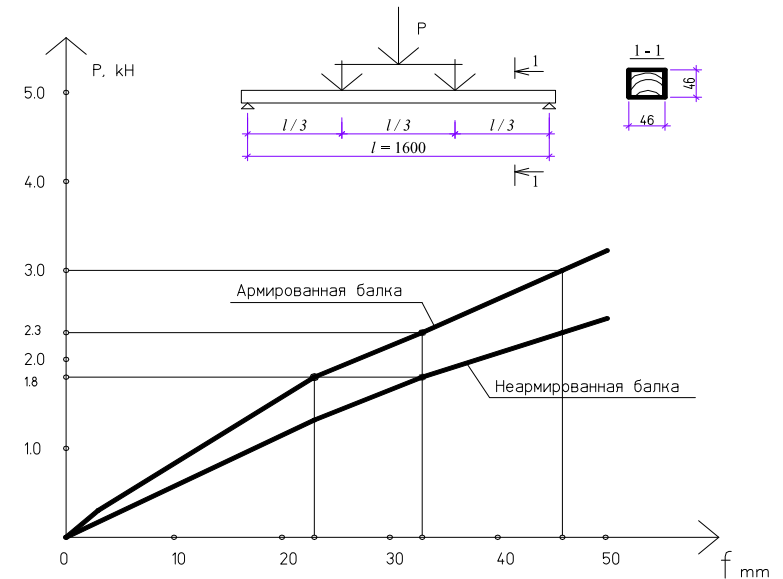


Рис. 2. Деформативность центра балки сечением 46x46 мм.

Другой тип балок сечением 46x46 мм и длиной 160 мм армированных снизу алюминиевой лентой толщиной 1,2 мм показал существенное увеличение жесткости. Так, если для деревянной балки прямо пропорциональная зависимость между нагрузкой и прогибами наблюдалась только до нагрузки $P = 1,8$ кН, когда прогиб её в центре составил 32 мм, то для армированной балки при той же нагрузке прогиб был почти вдвое меньше (рис.2). При этом прямо пропорциональная зависимость между нагрузкой и прогибами сохранялась до нагрузки 3,0 кН, когда прогиб балки составил 46 мм. Дальнейшее загрузке свидетельствует о развитии пластического течения алюминия находящегося в зоне наибольших растягивающих напряжений, что вызывает рост деформаций древесины на границе с алюминиевой составляющей и в итоге в середине балки наблюдался разрыв алюминиевой ленты и разрыв волокон древесины.

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.

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.