

УДК 624.011.02

ПУРЯЗДАНХАХ МОИН

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНО АРМИРОВАННОЙ БАЛКИ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ НАТУРНЫХ РАЗМЕРОВ**

Приведены результаты испытаний натуральных дощатоклеевых балок пролетом 4,5 м и сечением 140 x 600 мм, которые армировались в нижней грани арматурным стержнем класса А500С, диаметром 14 мм. Балки нагружались домкратами грузоподъемностью 20 т в третях пролетов сосредоточенными силами, передающимися через стальные траверсы к верхним фибрам испытываемой балке. Деформации балок фиксировались датчиками активного сопротивления (общим числом около 100 штук), индикаторами часового типа и прогибомерами. По результатам испытаний построены графики деформаций, а также эпюры нормальных и касательных напряжений. Показан характер разрушения балки.

Наведено результати випробувань натурних дощатоклеєних балок прольотом 4,5 м і перетином 140 x 600 мм. Балки навантажувалися домкратами вантажопідйомністю 20 т в третинах прольотів зосередженими силами, передаються через сталеві траверси до верхніх фібрів випробуваної балки. Деформації балок фіксувалися датчиками активного опору (загальним числом близько 100 штук), індикаторами годинникового типу і прогиномірами. За результатами випробувань побудовані графіки деформацій, а також епюри нормальних і дотичних напружень. Показаний характер руйнування балки.

The article presents the results of the experiment on full-scale beam with span 4,5 m and section 140 x 600 mm, which are reinforced with a lower bound of rebar Class А500С, with a diameter of 14 mm. The beams were loaded with 20 tons capacity jacks at the thirds of the spans with concentrated forces, which are transmitted via the steel traverse to the upper fiber of the tested beam. Deformations of the beams were recorded by the indicating gauges and deflectionometer. According to the test results there were deformation graphics made as well as diagrams of normal and shear stresses. A fracture behavior of the beam is shown.

*Ключевые слова:* клееная деревянная балка, не симметрично армированная балка, хрупкое разрушения, процент армирования.

Как известно, отечественные методы испытания древесины изложены в основных ГОСТах, включающих в себя свыше 50 наименований. Принятые еще во время СССР, они не отменены до сих пор, и регламентируют испытания малых «чистых», то есть без пороков, образцов. При назначении расчетных сопротивлений учитывается ряд факторов: коэффициенты надежности по материалу, коэффициент вариаций масштабный фактор, а также изменение расчетных сопротивлений в зависимости от времени приложения нагрузок, а также влажности и температуры. Принятие Еврокодов несколько меняет подход к проведению испытаний. Согласно EN-408 исследованию следует подвигать модели натуральных размеров, что существенно увеличивает расходы по проведению экспериментов и требует наличия современного оборудования лабораторий.

В отдельных случаях для снижения деформативности, повышения несущей способности конструкций, либо при ограничении строительной высоты используется армирование наружных зон изгибаемых либо сжатоизогнутых стержней. Причем, армирование осуществляется либо одиночными стержнями, либо группой их из арматурной стали класса А500С, а также пластинами, стальными или стеклопластиковыми. Армирование достаточно простой технологический процесс, заключающийся в устройстве на гранях балки пазов, заполняемых клеем пластической консистенции, в которые утапливаются арматурные стержни. Иногда в зонах установки арматуры дополнительно прибавляется защитная доска. В практике строительства наиболее часто применяется симметричное армирование, как в растянутой, так и в сжатой зонах изгибаемых элементов. Однако, в сжатых зонах балок арматура практически не нужна, а в балках переменной по длине жесткости армирование верхнего пояса технологически затруднено.

В рамках договора о техническом и научном сотрудничестве с институтом БелНИИ (г.Брест, Белоруссия), под руководством проф. Фурсова В.В. нам представилась возможность проведения испытаний, парных натуральных балок, одна из которых армировалась в нижней грани арматурным стержнем класса А500С, диаметром 14 мм. Результаты исследования не армированной балки представлены в статье, которая в настоящее время находится в печати. Для сопоставления работы обоих типов балок методики проведения их экспериментальных исследований были приняты аналогичными. Армированная балка имела такой же пролет и поперечное сечение, как и неармированная (длинной равной 4,5 м в осях, поперечное сечение составляло 140х600 мм). При этом процент армирования составил меньше 0,5 %. По техническим условиям рекомендуемый процент армирования при симметричной установке арматуры должен составлять от 1 до 3 %.

Некоторая заниженность процента армирования объяснялась рядом технологических трудностей при выемки пазов для укладки арматурных стержней. Общий вид балки перед испытанием представлен на рис. 1, а торец балки с арматурным стержнем на рис. 2.

Нагружение балки производилось домкратами грузоподъемностью 50 т, установленными на распределительную траверсу стальной силовой рамы в третях пролета исследуемой балки, для создания в средней части балки зоны «чистого» изгиба. В качестве измерительной аппаратуры использовались прогибомеры, индикаторы часового типа, а также датчики активного сопротивления базой 20 мм, и сопротивление около 200 Ом, подключенным к АИД-1. Общее количество датчи-

ков составило 100 штук. Схема расположения датчиков и измерительной аппаратуры приведена на рис. 3.



Рис. 1 – Общий вид балки



Рис. 2 – Торец балки

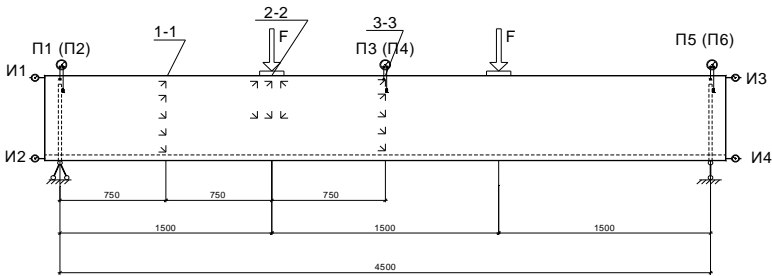


Рис. 3 – Схема расположения датчиков и измерительные аппаратуры

После трехкратного нагружения и разгружения балки (шаг 1 т) до 6т (что составляло около 25% от разрушающей нагрузки) было осуществлено основное испытание балки. Нагружение осуществлялось ступенчато с шагом – 4 т.

Разрушение армированной балки произошло от скалывания в зоне несколько ниже положения нейтральной оси. Разрушение сопровождалось громким хлопком при нагрузке 23,1 т.

Обработка показаний измерительной аппаратуры позволила построить графики прогибов балки, представленные на рис. 4.

По показаниям датчиков после обработки результатов эксперимента построены в характерных точках эпюры нормальных и касательных напряжений (рис. 5).

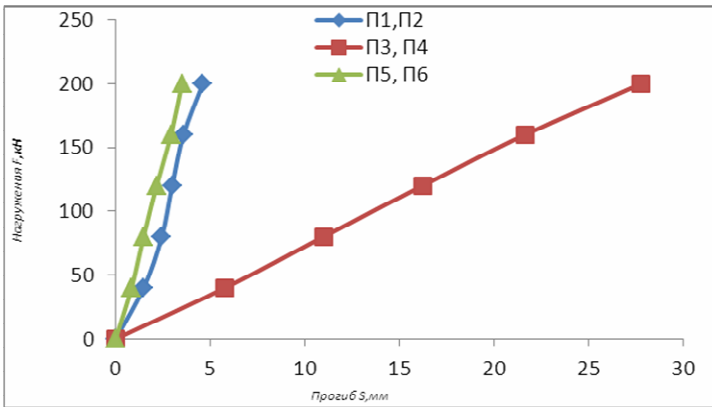


Рис. 4 – Прогибы в середине балки и деформация на опорах

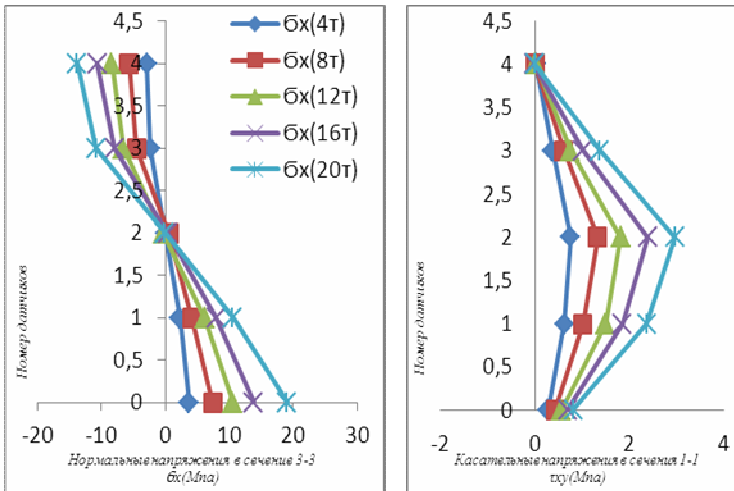


Рис. 5 – Графики нормальных и касательных напряжений

Следует отметить, что по сравнению с неармированной балкой разрушающая нагрузка увеличилась примерно на 23%. По соответствующим этапам нагружения прогибы снизились на 18÷26% и примерно в таких же соотношениях снизились максимальные значения нормальных и касательных напряжений. Общий вид модели после испытания представлен на рис. 6.



Рис. 6 – Общий вид модели после испытания

На рис. 7 показаны разрушения торцов балки после проведенного эксперимента.



Рис. 7 – Разрушения торцов балки

После завершения исследований балка была расколота в зоне нижнего пояса для оценки состояния сцепления арматуры с токсичной смолой. В целом, состояние клевого соединения (арматура, клей, древесина) можно признать хорошим.

Проведенное исследование дощатоклееной балки с пониженным процентом армирования показало стабильную и прогнозируемую её

работу. В последнее время в России наблюдается тенденция повышения процента армирования (до 10% [4]). Такие рекомендации были получены после испытания балок пролетом до 1,8 м. Однако, подобные выводы вызывают определенное сомнение. Повышение процента армирования резко повышает концентрацию напряжений, что не представляется целесообразным. При одностороннем армировании происходит снижение центра тяжести относительно нейтральной оси балок, что может привести к возникновению не учитываемых дополнительных напряжений. Поскольку, клееные балки в отличие от цельных разрушаются, как правило, от действия касательных напряжений, что подтверждается и нашими экспериментами, представляется целесообразным введение в зонах опор дополнительных, наклонно установленных арматурных стержней, для восприятия касательных напряжений. Такие мероприятия предлагаются д.т.н. Турковским С.Б. заведующим лабораторией деревянных конструкций ЦНИИСКА им. В.А. Кучренко [6].

1. Бондин В.Ф. К расчету армированных балок на деревянных балок на сосредоточенную нагрузку / В.Ф. Бондин // Новосибирский инженерно-строительный институт имени В.В.Куйбышева: сб. тр. – Новосибирск, 1982. – С. 45-48.

2. Строительство и архитектура. Обзорная информация. Деревянные конструкции заводского изготовления. – М., 1992. – Вып. 50. – С.1-57.

3. Серов Е.Н. Проектирование клееных деревянных конструкций: уч. пос. / Е.Н. Серов, Ю.Д. Санников. – Санкт – Петербург, 1995. – Ч. 1. – 140 с.

4. Христофорова Т.Н. Влияние некоторых видов ослаблений поперечного сечения на работу армированных деревянных балок: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.Н. Христофорова. – Н. Новгород, 2006. – 156 с.

5. Шутенко Л.Н. Клееные соединения древесины и бетона в строительстве / Л.Н. Шутенко, В.З. Клименко и др. – К.: Будівельник, 1990. – 137 с.

6. Ковальчук Л.М. Деревянные конструкции в строительстве / Л.М. Ковальчук, С.Б. Турковский и др. – М., 1996. – 248 с.

*Получено 17.09.2013*