

КОНСТРУИРОВАНИЕ СТЫКОВ СБОРНЫХ КЛЕЕДОЩАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

*Стоянов В.В., Чучмай С.М., Дорожкин В.В. (ОГАСА),
Щелков А.В. (представитель "Sika")*

В статье рассматриваются различные способы узловых соединений клеешашатых конструкций, их модификации и новые разработки.

Different ways of units connections of constructions, their modifications and new developments, are examined in the article.

Клееные деревянные конструкции успешно используются в покрытии различных типов зданий и сооружений, в том числе при средних и больших пролетах. В последних случаях (в соответствии с требованиями транспортировки) ограничиваются размеры заводских изделий по длине. Сборные элементы доставленные на строительную площадку должны быть соединены между собой в проектное положение в построечных условиях жесткого стыка равнопрочного по несущей способности цельному сечению. Учитывая, что в большепролетных клееных конструкциях высота сечения составляет 1000 – 1800мм и более, конструирование такого стыка представляется очень серьезной и ответственной инженерной задачей.

Одним из утвердившихся и ставших широко известным способом решения жестких стыков стал способ разработанный в ЦНИИСК (автор д.т.н. С.Б. Турковский и к.т.н. А.А. Погорельцев) [1], [2]. Конструктивная схема такого соединения способствует совместной работе соединяемых деревянных элементов, стальных закладных деталей сжатой и растянутой зон стержней поперечного армирования, соединительных накладок и ребер жесткости [3]. Соединительные накладки и ребра жесткости устанавливаются на строительной площадке, а все остальные элементы стыка выполняются заранее. Учитывая сложный характер напряженно-деформированного состояния в клееных в древесину стержней была разработана [4] для практических расчетов в упругой стадии при действии статических длительно действующих нагрузок, была предложена методика используемая в нормативных документах для определения несущей способности нагельных соединений в виде выражения:

$$T = k\pi dl \quad (1)$$

где d и l определяют характеристики стержня в см, а k учитывает специфику его работы и расчетной схемы [4]. Надежность такого стыка при соединении клеодошчатых элементов прямоугольного сечения доказан реализацией сотен несущих конструкций в г. Москва и в других регионах России.

В лаборатории кафедры МД и ПК ОГАСА отмеченный выше способ при сохранении основной идеи, был несколько модернизирован для осуществления стыка двутавровых деревянных балок изготовленных на одном из предприятий г.Одессы. В таких конструкциях ограничена высота пояса (около 4см) и незначительна толщина стенки, то есть отсутствует возможность прямого устройства такого стыка. Для устройства вклеенных стержней в торцах соединяемых элементов стенка балки была расширена парными деревянными накладками на клею до ширины поясов. На рис.1 показана схема испытания жесткого стыка двутавровой деревянной балки, а на рис.2 представлено конструктивное решение стыка.

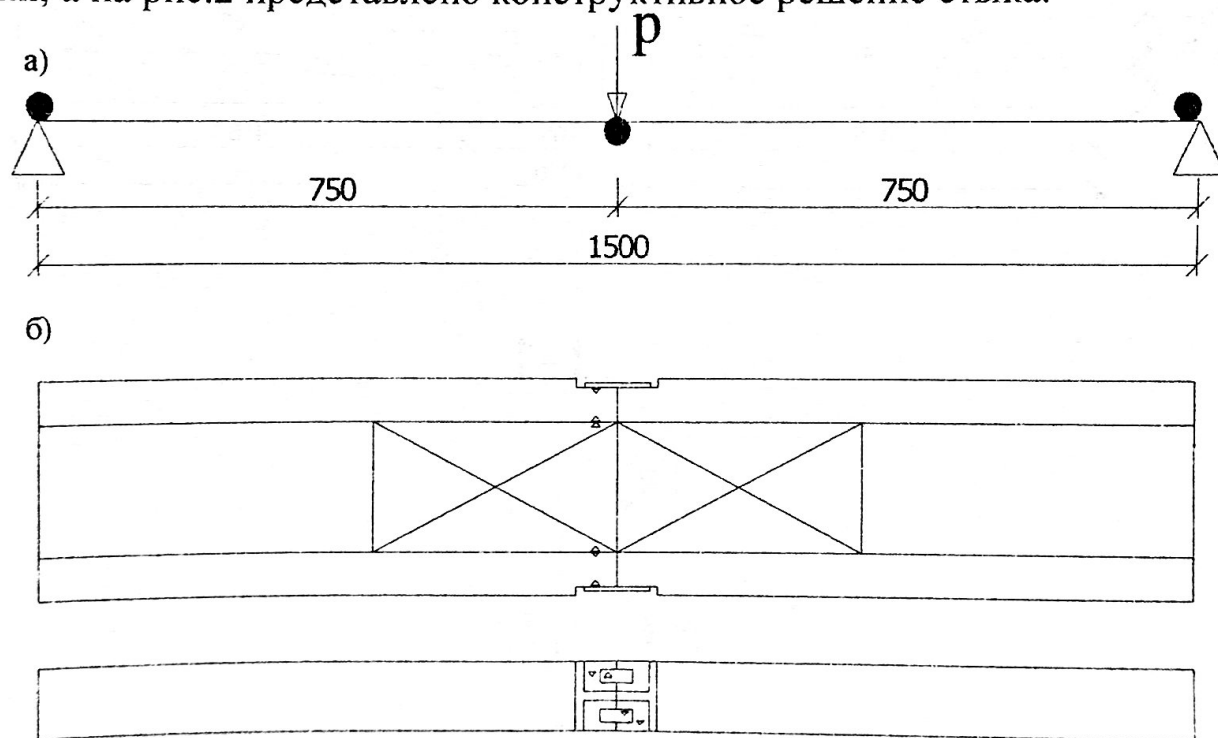


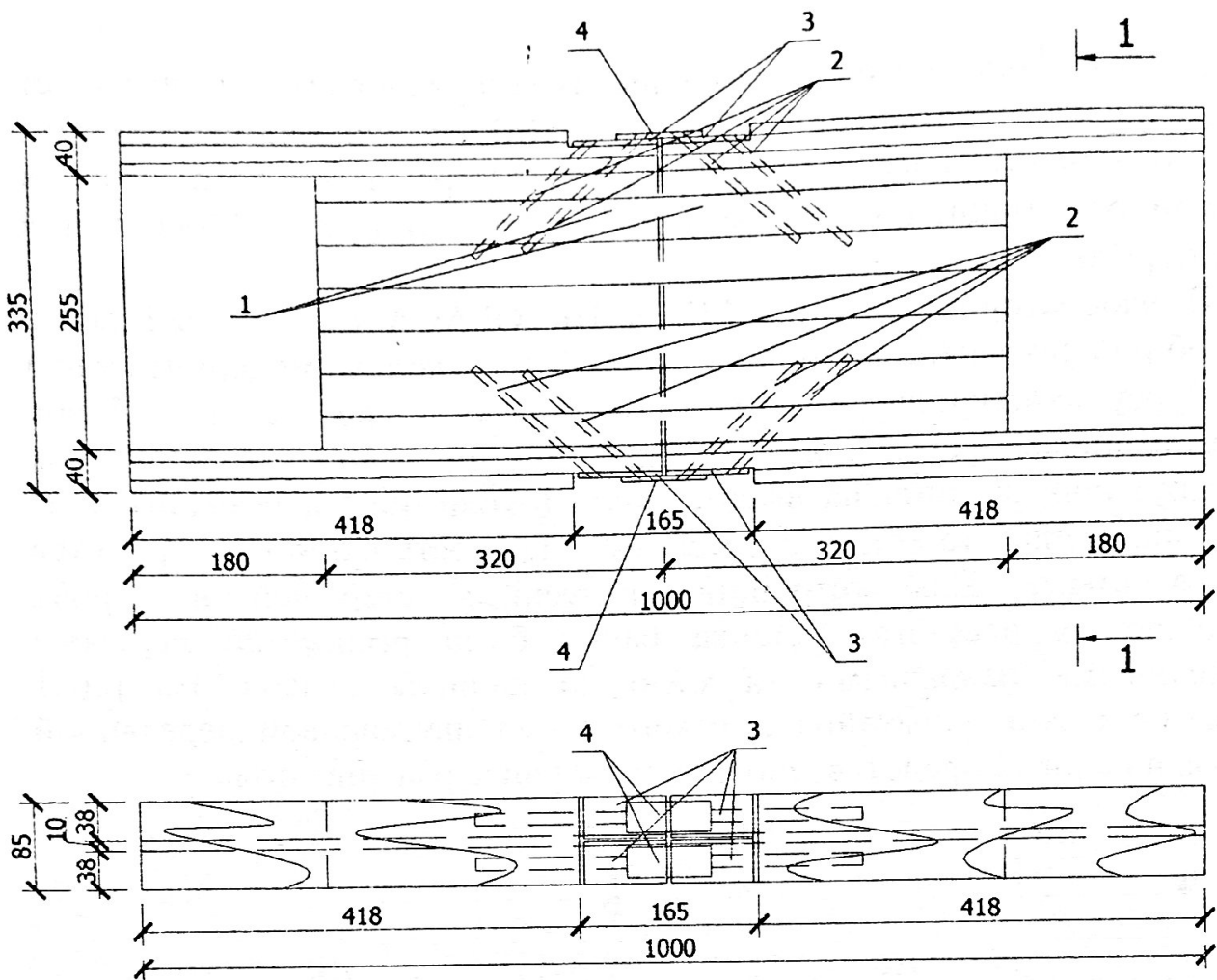
Рис.1. Схема испытания жесткой двутавровой балки

а) общий вид;

● прогибомеры

б) расположение тензометрических датчиков;

▲- тензометрические датчики.



1-1

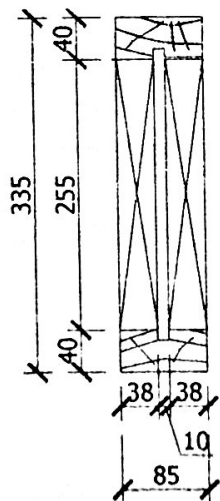


Рис. 2. Соединение двутавровой деревянной балки на клееных стержнях:
 1 - клеidosчатые накладки; 2 - металлические стержни $d=12$ мм;
 3 - металлические накладки $80 \times 40 \times 5$;
 4 - металлические накладки $80 \times 35 \times 5$.



Рис.3. Экспериментальное исследование соединения двутавровой балки на вклеенных стержнях.

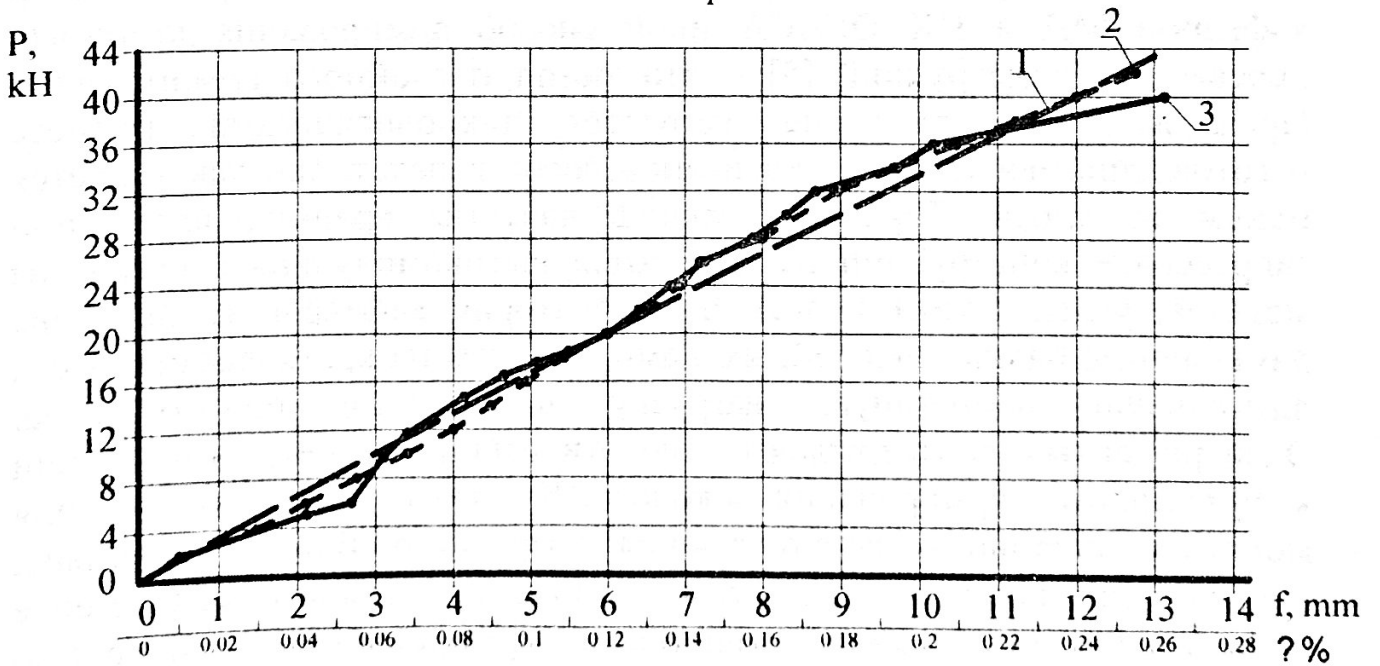


Рис.4. График зависимости прогиба и деформаций от нагрузки. 1-расчетные данные; 2 и 3 - экспериментальные (2 - прогиб; 3 - деформации)

Экспериментальные исследования подтвердили высокую несущую способность таких стыков для двутавровых элементов (Рис.3). При расчетной нагрузке $P=16$ кН экспериментальный результат оказался близким к расчетной величине (Рис.4). В частности прогиб в центре составил 5 мм ($1/300L$) при расчетной величине 5,2 мм, нормальные напряжения при расчетной нагрузке оказались около 10 МПа при расчетной величине 10,4 МПа. Признаки разрушения появились только при нагрузке почти втрое превышающей расчетную – 44 кН.

Отдавая должное таким надежным стыкам как те, что мы рассмотрели выше следует обратить внимание на другие особенности клеенных конструкций и проблемы которые возникают при их решении. Так высота сечения клеенных большепролетных конструкций начиная с пролета 36,0м превышает 1000мм, а при пролетах 60,0м достигает 1800мм и более. Вероятно, полезно снизить (в разумных пределах) несколько высоту сечений. При чем, вопрос, кажется решается просто – давно опробованы армированные клеенные конструкции с использованием для этого отдельных металлических стержней. Однако, здесь два сдерживающих фактора. Первый это то, что традиционная схема армирования никак не вписывается в современный технологический процесс изготовления клеенных деревянных конструкций. И другое, армированные сборные клеенные элементы для большепролетных конструкций требуют новых решений соединений.

Одним из путей решения этих проблем является разработанный кафедрой МД и ПК ОГАСА иной способ армирования клеенных деревянных конструкций [5] – это метод послойного армирования. Предложенный метод не нарушает технологический процесс изготовления послойного склеивания досок в пакет, так как является одним из слоев. Технологически в качестве крайних слоев при запрессовке конструкции используются высококомодульные ленты (из металла, углепластика и др.). В лаборатории кафедры исследованы двутавровые балки с послойным армированием на кратковременную и длительную постоянную нагрузку в течении одного года. Эксперименты подтверждают теоретический расчет, когда при коэффициенте армирования около 2% прямоугольного сечения моменты инерции и сопротивления возрастают более чем вдвое. Однако дальнейшее увеличение процента армирования менее эффективно, чем замена материала армирования – например использование вместо металлических сеток или лент углеродных холстов или углепластика. Учитывая, что модуль упругости последнего может быть выше чем у стали в 1,5 – 2 раза, то при тех же

параметрах армирования в 1,5 – 2 раза возрастает прочность и уменьшается деформативность.

Для сборных элементов с послойным армированием (как, впрочем, и без армирования) на кафедре разработан специальный соединительный узел [6], обеспечивающий жесткое соединение. Предварительные испытания таких стыков показали удовлетворительные совпадения расчетных и экспериментальных результатов как при использовании металлических элементов соединения, так и углепластиков. В последнем случае использовались холсты углепластика толщиной 0,12мм из которых получали многослойный углепластик на эпоксидном связующем. Расчетные сравнения больше размерных узлов с аналогами указывают на заметное снижение материалоемкости (в 1,5 – 2 раза и более).

В заключение отметим, что технологические проблемы послойного армирования, а также усовершенствования новых конструктивных решений стыков требуют дополнительных и экспериментальных исследований, но несомненно это перспективное направление учитывая растущие возможности в связи с бурным ростом в мире нанотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА.

1. А.С. № 1105586 Стыковые соединения клееных деревянных конструкций С.Б. Турковский, А.А. Погорельцев и др. Бюллетень изобретений № 21, 1991.

2. А.С. № 937645 Стыковые соединения клееных деревянных конструкций С.Б. Турковский и др. Бюллетень изобретений № 28, 1984.

3. С.Б. Турковский, автореферат докторской диссертации "Разработка и экспериментальные исследования несущих деревянных конструкций на основе соединения с наклонными стержнями". М., 2001г.

4. Л.М. Ковальчук, С.Б. Турковский и др. Деревянные конструкции в строительстве. М., Стройиздат, 1995.

5. Патент № 18593 "Деревянные балки" опубликовано в бюллетне № 112 15.11,2006г. В.В. Стоянов и др.

6. Заявка на винахід № 200703918 від 10.04.2007р. "Спосіб з'єднання дерев'яних конструкцій" В.В. Стоянов та інші.