

СТЫКИ КЛЕЕДОЩАТЫХ РЕБЕР СБОРНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Чучмай С.М., Приступлюк И.В., Лещенко В.Е., Пашков В.В.,
Горгола О.М.(ОГАСА)*

Клеедощатые ребра оболочечных элементов, как правило, являются большемерными и изготавливаются на заводах клееных конструкций. В процессе монтажа конструкции могут иметь место соединения клеедощатых по длине (наращивание), а также соединения между собой продольных и поперечных ребер. В работе рассматриваются различные варианты соединений различных типов ребер в сборных гиперболических оболочках.

Рассматривается пятилепестковая гиперболическая оболочка пролетом 30 м (рис.1.). Каждый лепесток оболочки размерами 12,4x12,4x3,6 м, имеет вид скрученного прямоугольника. Ребра каркаса выполняются из клееной древесины.

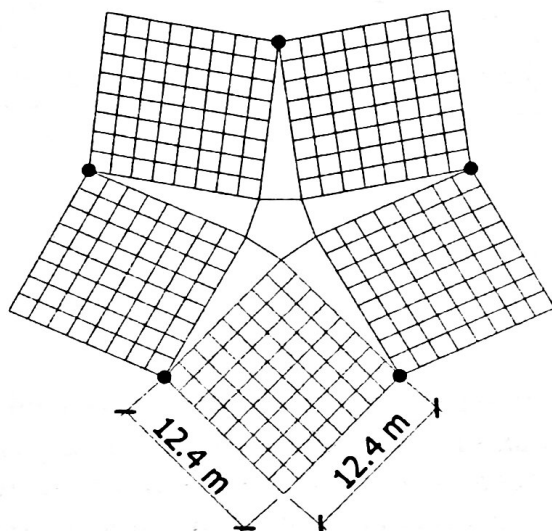


Рис.1. Общий вид пятилепестковой оболочки.

Расчет оболочки выполнялся с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий.

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и

поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкций выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

При различных вариантах нагружений статической нагрузкой были, установили наиболее проблемные места соединений продольных и поперечных ребер (рис.2.).

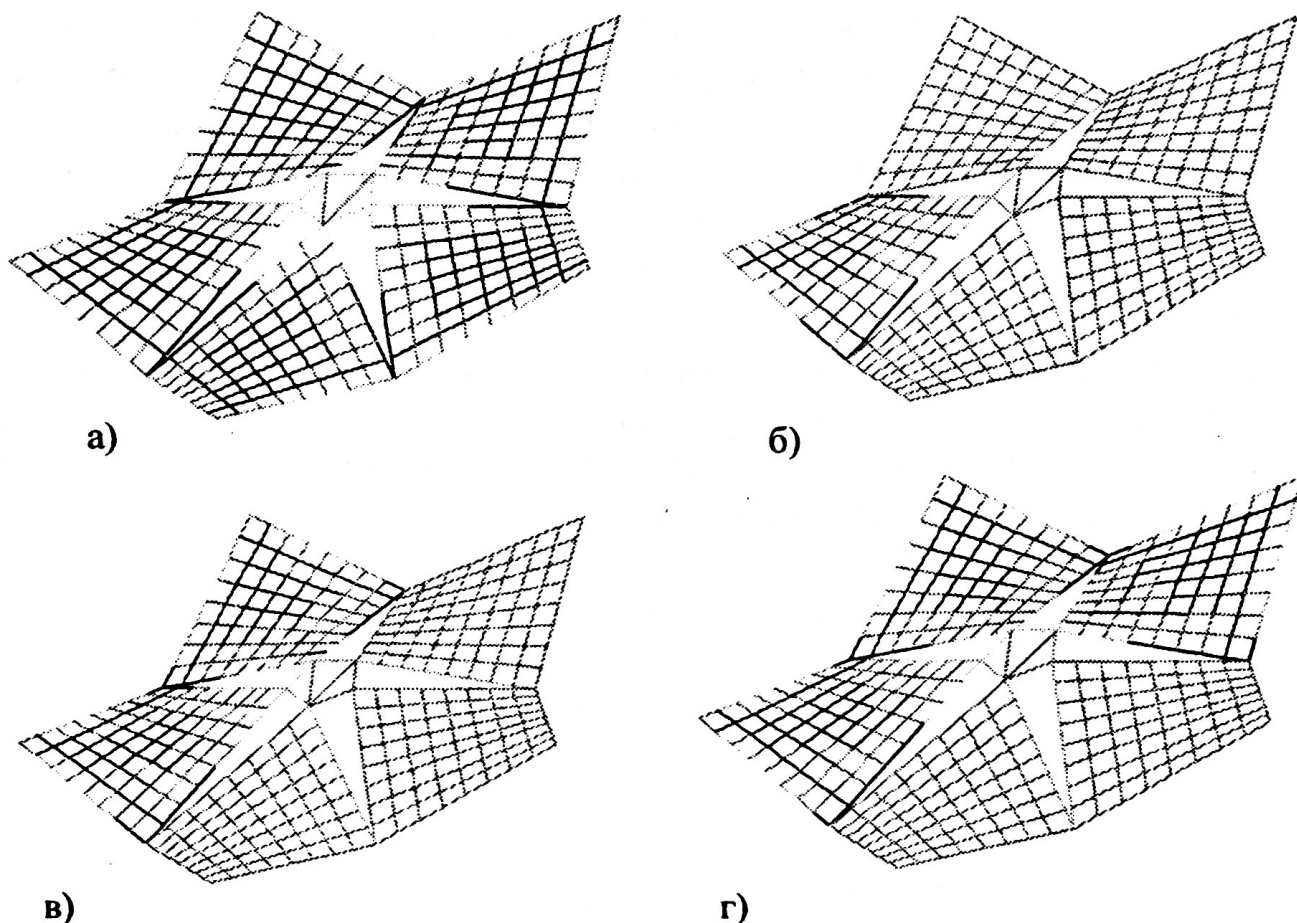


Рис. 2. Цветовые эпюры напряжений пятилепестковой оболочки при разных типах нагружений статической нагрузкой:

а) нагружена вся оболочка; б) нагружен один лепесток; в) нагружено два лепестка; г) нагружено три лепестка.

Очевидно, что любое конструктивное решение соединений должно обеспечить восприятие этих усилий.

Для больше пролетных конструкций используют клеодощатые балки длиной более 18м, что затрудняет их транспортировку на место монтажа. И возникает необходимость их соединения подлине, а также соединение продольных и поперечных ребер конструкции.

Стыки между элементами находятся в сложном напряженно-деформированном состоянии. Величины внутренних усилий и моментов

найденные расчетным путем с учетом упругой податливости позволяют определить фактическое количество связей по стыку.

Часть усилий может быть воспринята монтажными болтами, установленными в два ряда по продольным ребрам смежных панелей (рис.3.). Передача растягивающих усилий по поперечным ребрам осуществляется через фанерные уголки, при помощи которых выполняется тык поперечных и продольных ребер каркаса в процессе изготовления панелей.

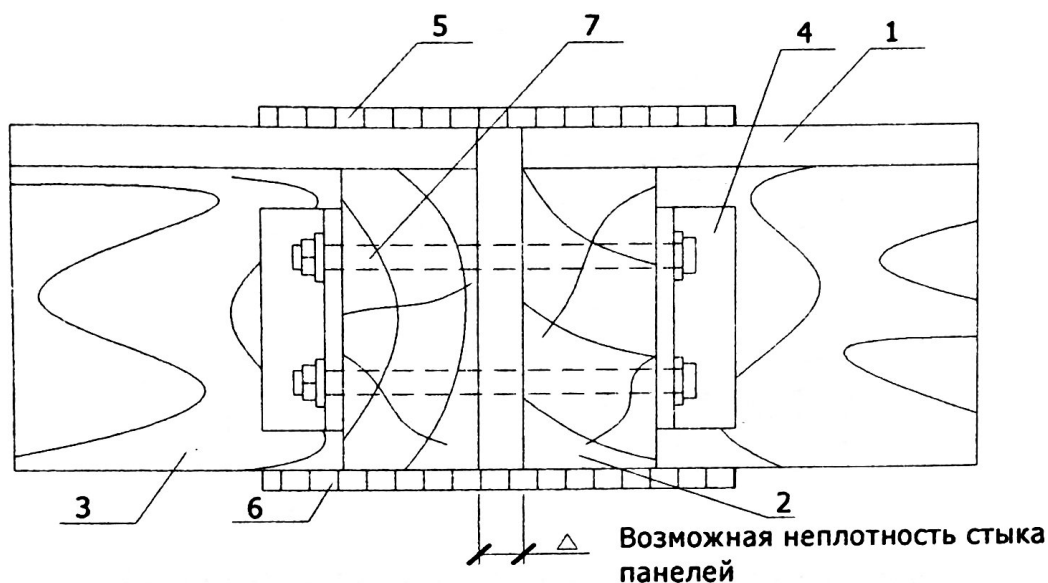


Рис.3. Соединение на податливых связях.

1- обшивка; 2 – продольные ребра; 3 – поперечные ребра; 4 – фанерный уголок; 5- фанерная накладка; 6 – накладка из фанеры или металлической зубчатой пластины; 7 – металлический или капроновый болт.

Окончательное формирование стыка производится запрессовкой фанерных накладок по всей длине панелей на стыке как поверху, так и понизу. Соединение получается надежным и жестким даже при неплотности стыка продольных ребер смежных панелей. Как видно с рис.3 в зоне стыка наблюдается как бы клееная балка коробчатого сечения, где роль стенки выполняют продольные ребра, а полосами служат накладки и обшивки панелей.

Другое решение выполняется на металлических зубчатых пластинах (МЗП) (рис.4.). Для этого к пластям ребер вблизи их торцов запрессовываются МЗП далее к этим МЗП крепятся нагели из круглой стали, которые пропускаются через отверстия в ребрах и крепятся к МЗП сваркой или на специальных приспособлениях.

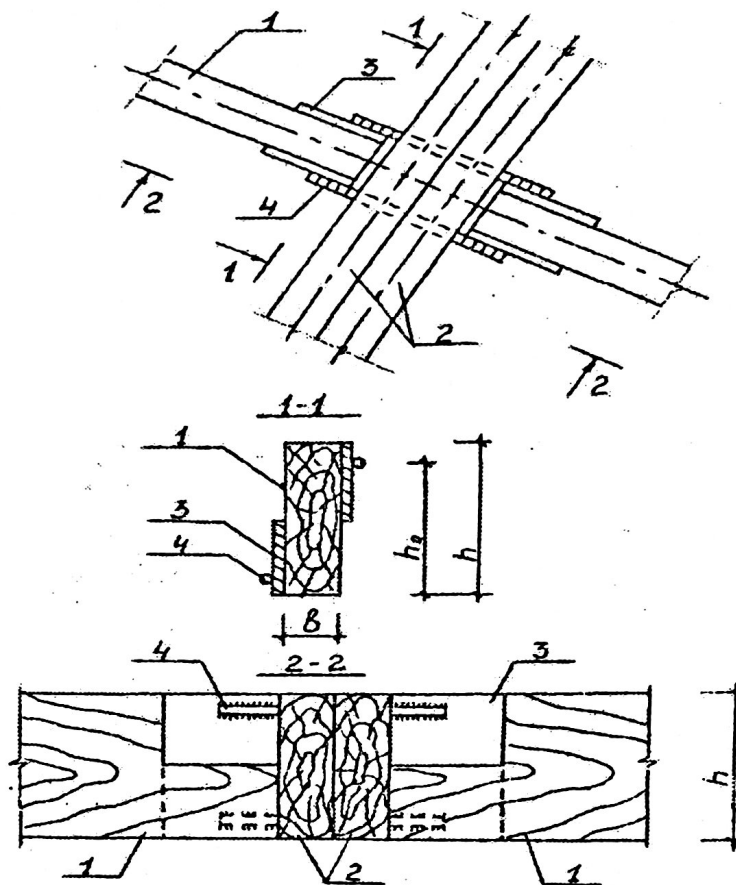


Рис. 4. Соединение МЗП на металлических нагелях:
1- поперечное ребро; 2-продольное ребро; 3-МЗП; 4-нагель.

Изгибающие моменты в узле воспринимаются нагелями:

$$\sigma = \frac{N_b}{A_{bn}} \leq R_{bt} \quad (1)$$

$$\text{где } N_b = \frac{M_1}{2h_0}$$

Длина сварного шва по металлу шва:

$$l_{ш} = \frac{N_b'}{\beta_f k_f \gamma_{mf} \gamma_1} \quad (2)$$

$$\text{где } N_b' = \frac{1}{2} N_b$$

Длина сварного шва по металлу границы сплавления:

$$l_{ш} = \frac{N_b'}{\beta_z k_f R_{wc} \gamma_{mz} \gamma_c} \quad (3)$$

Решением данного соединения является также вариант когда на кромках поперечного ребра устанавливаются специальные МЗП-Б, имеющие отбортовку, а на пласт продольного ребра крепятся МЗП-П имеющие отверстия. Соединение данного стыка выполняются на сварке, а отверстия в МЗП-П служат для пропуска болтов при соединении смежных элементов рис.5.

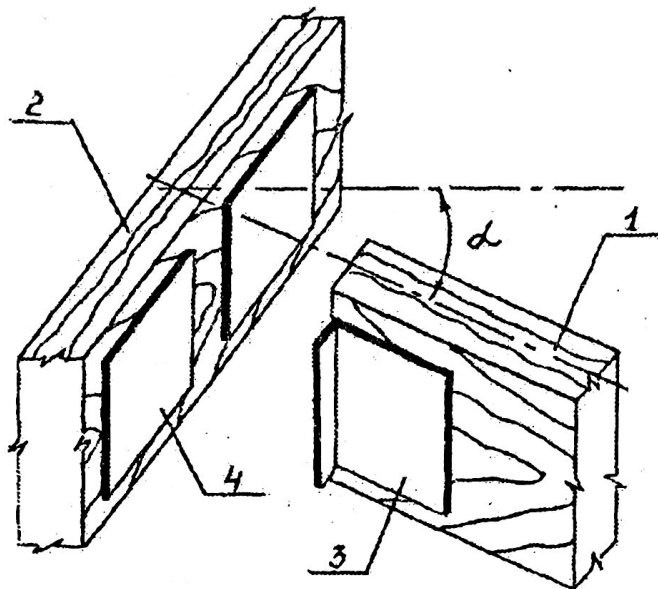


Рис.5. Жесткое соединение с использованием МЗП:
1- поперечное ребро; 2-продольное ребро; 3-МЗП-Б; 4- МЗП-П.

Несущая способность такого стыка определяется требованиями к МЗП. Кроме того требуются проверки прочности сварного шва по формулам (2) и (3), где вместо N_b используется продольная сила Q .

Одним из широко известных способов решений жестких стыков, есть способ разработанный в ЦНИИСК (автор д.т.н. С.Б. Турковский и к.т.н. А.А. Погорельцев) [2]. Конструктивная схема этого соединения способствует совместной работе соединяемых деревянных элементов, стальных закладных деталей сжатой и растянутой зон стержней поперечного армирования, соединительных накладок и ребер жесткости. Соединительные накладки и ребра жесткости устанавливаются на строительной площадке, а остальные элементы стыка выполняются заранее. Учитывая сложный характер напряженно-деформированного состояния в клееных в древесину стержней была предложена методика практических расчетов в упругой стадии при действии статических длительно действующих нагрузок.

В лаборатории кафедры МД и ПК ОГАСА отмеченный выше способ при сохранении основной идеи, был несколько модифицирован для осуществления стыка двутавровых балок. В таких конструкциях отсутствует возможность прямого устройства стыка. Для устройства вклеенных стержней в торцах соединяемых элементов стенка балки

была расширена парными накладками на клею до ширины поясов (рис.6).

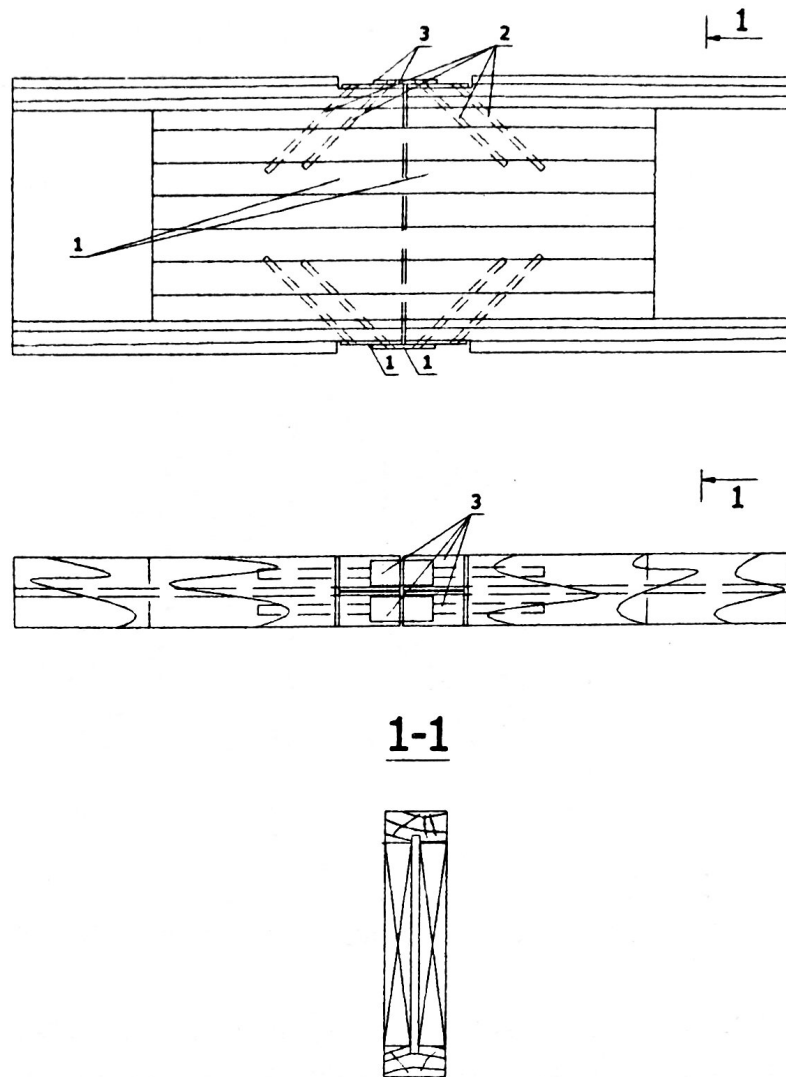


Рис.6. Соединение деревянных двутавровых балок.
 1 – клеодощатые накладки; 2 – металлические стержни;
 3 – металлические накладки.

Также на кафедре МД и ПК ОГАСА был разработан способ соединения [3] позволяющий получать деревянные конструкции, соединения торец в торец или торец в пласт под любым углом без ослабления сечения в местах соединения – нет необходимости в отверстиях и горизонтальных разрезах (в т.ч. под любым острым углом). В местах соединения нужно на торцах элементов иметь вертикальный паз, что не создает никакого действия на несущую способность элементов, что соединяются. Более того, в большеразмерных сечениях из клееной древесины, как правило, есть технологические разрывы (в 10..14 мм) по ширине сечения, которые могут быть использованы как вертикальный паз. Стык может быть выполнен в монолитном или сборно-разборном варианте. В обоих случаях используются элементы соединений в виде швеллеров или двутавров (рис.7.).

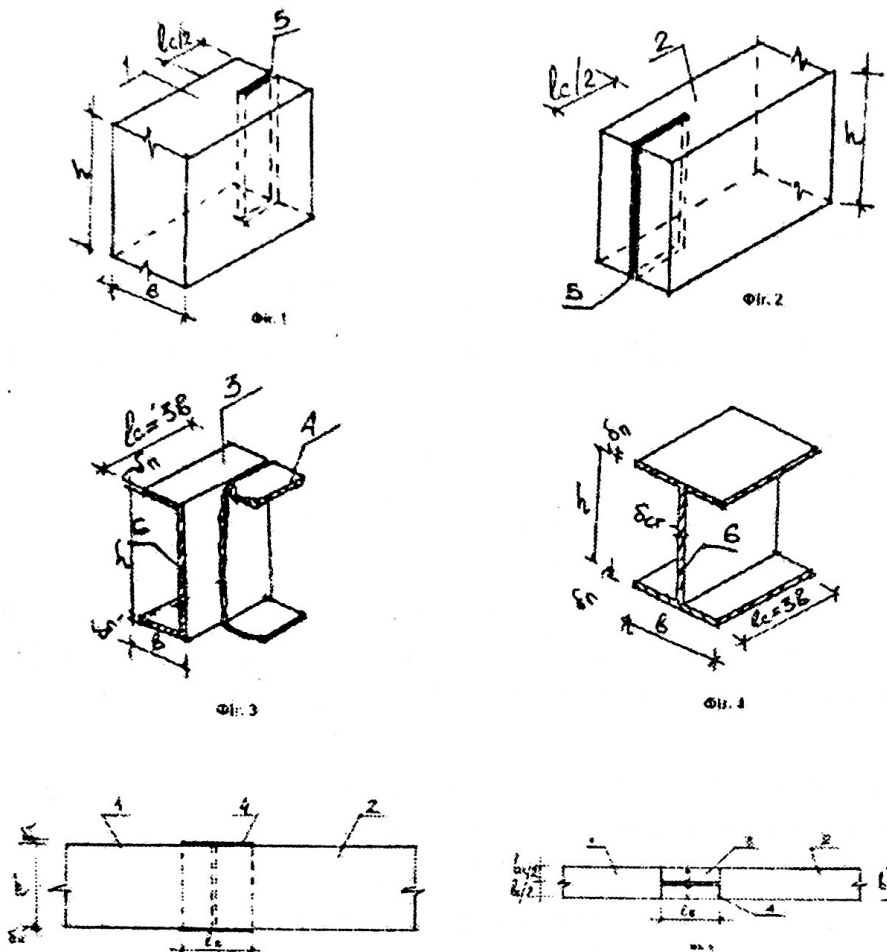


Рис.7. Соединение помощью двутавра или швеллеров.
 1, 2 – соединяемые элементы; 3,4 – швеллер; 5 – паз в соединяемых
 элементах; 6 – двутвар.

Рассмотренные выше стыки являются надежными, но следует обратить внимание на другие особенности клееных конструкций и проблемы которые возникают при их решении. Одним из них является соединение армированных сборных клеодошатый элементов для большеразмерных конструкций.

На кафедре МД и ПК ОГАСА разрабатывается соединение позволяющее соединить армированных клеодошатых элементов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.В. Стоянов "Конструирование легких сборных гиперболических покрытий". Одесса, 2000 г.
2. А.С. № 937645 Стыковые соединения клееных деревянных конструкций С.Б. Турковский и др. Бюллетень изобретений № 28, 1984.
3. Патент на корисну модель № 26176 від 10.09.2007р. "Спосіб з'єднання дерев'яних конструкцій" В.В. Стоянов та інші.