

## ДЕФОРМАТИВНОСТЬ СБОРНОГО ПОЛОГОГО ПОДКРЕПЛЕННОГО ОБОЛОЧЕЧНОГО ПОКРЫТИЯ.

Масляненко Е.В., Горгола О.М.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры.  
г.Одесса.

В статье рассматривается способ уточнения сравнительной оценки деформативности гладкой и подкрепленной оболочек на примере сборной металлодеревянной гиперболической оболочки с соединениями на упруго – податливых связях.

В большинстве работ, посвященных расчету подкрепленных оболочек, решение получают методом "размазывания", т.е. приведения подкрепленной оболочки к эквивалентной гладкой ортотропной [1,2]. При этом, очевидно, что величина деформативности такой "условно гладкой" оболочки будет выше, чем подкрепленной. В какой степени – это оставалось неясным. В работе [3], используя специфические параметры жесткости, отражающие податливость стыков сборной оболочки, была получена система уравнений относительно двух функций  $\varphi$  и  $w$  для пологой клефанерной оболочки отрицательной гауссовой кривизны:

$$\left. \begin{aligned} L \cdot \varphi + L_D \cdot w - g &= 0 \\ L_B \cdot \varphi + L \cdot w &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $L$ ,  $L_D$  и  $L_B$  – линейные дифференциальные операторы.

Решение (1) позволило получить формулы для определения величин перемещений, усилий и моментов [3]. Здесь же произведен анализ деформативности гладкой изотропной и ребристой оболочек с учетом влияния подкрепляющих ребер на повышение жесткости. В частности, отношение величин прогиба центра подкрепленной оболочки к гладкой (предполагая монолитность и однородность последней) получено в виде:

$$\xi = \frac{W_{\text{глад.}}}{W_{\text{подкр.}}} = \frac{\delta_{\text{прив}}^3}{\delta \left( a + \frac{\delta}{2} \right)^2 + \frac{3}{4} \delta^3}; \quad (2)$$

где  $\delta$  - толщина обшивки подкрепленной оболочки;  $a$  – расстояние от срединной поверхности обшивки подкрепленной оболочки до поверх-

ности приведения;  $\delta_{\text{ПРИВ}}$  – толщина гладкой оболочки, соответствующая приведенной толщине подкрепленной.

При слабом подкреплении  $a = 0$ ,  $\delta_{\text{ПРИВ}} = \delta$ , и, в соответствии с выражением (2),  $\xi = 1$ . Для подкрепленных клефанерных оболочек характерным является случай, когда  $a = 5\delta$  и  $\delta_{\text{ПРИВ}} = 2,5\delta$ , а величина  $\xi = 0,5$ , т.е. прогиб подкрепленной оболочки вдвое меньше гладкой. Для металлодеревянной оболочки [4], при  $\delta = 0,1$  см,  $a = 4$  см и  $\delta_{\text{ПРИВ}} = 3,6$  см, величина  $\xi = 0,44$ .

Необходимо отметить, что коэффициент  $\xi$  получен в [3] в предположении монолитности и однородности. Для сборных конструкций, в соединениях которых используются упруго-податливые связи, соотношение (2) нуждается в уточнении.

Рассмотрим элемент оболочки произвольной формы (рис. 1).

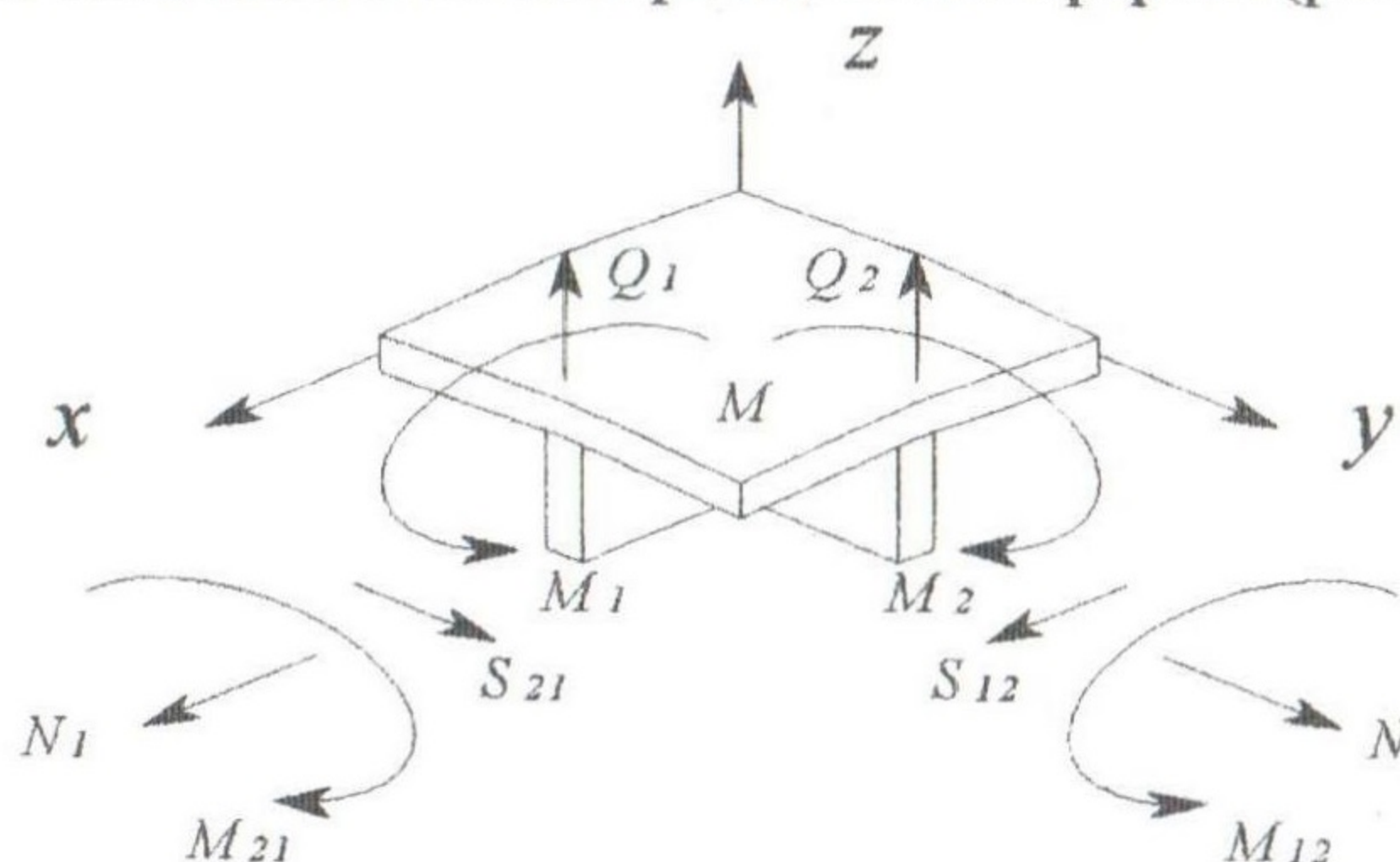


Рис. 1 Равнодействующие силы и моменты на гранях элемента оболочки произвольной формы.

Учитываем, что для пологой оболочки  $M_{12} = M_{21} = M$ ,  $S_{12} = S_{21} = S$ . Принимаем, что крутящий момент  $M$  воспринимается обшивкой. В этом случае в месте стыка будет действовать изгибающий момент  $M$ , продольные и поперечные усилия. Следует полагать, что степень податливости будет определяться выбранным типом соединения. В частности для экспериментальной сборной металлодеревянной оболочки размером  $4,0 \times 4,0$  м были использованы нагельные связи с оригинальными металлическими вставками (рис. 2).

Такое решение позволяет выполнить в сборном элементе надлежащее крепление поперечных ребер к продольным, а затем и произвести крепление сборных элементов друг к другу (рис. 3).

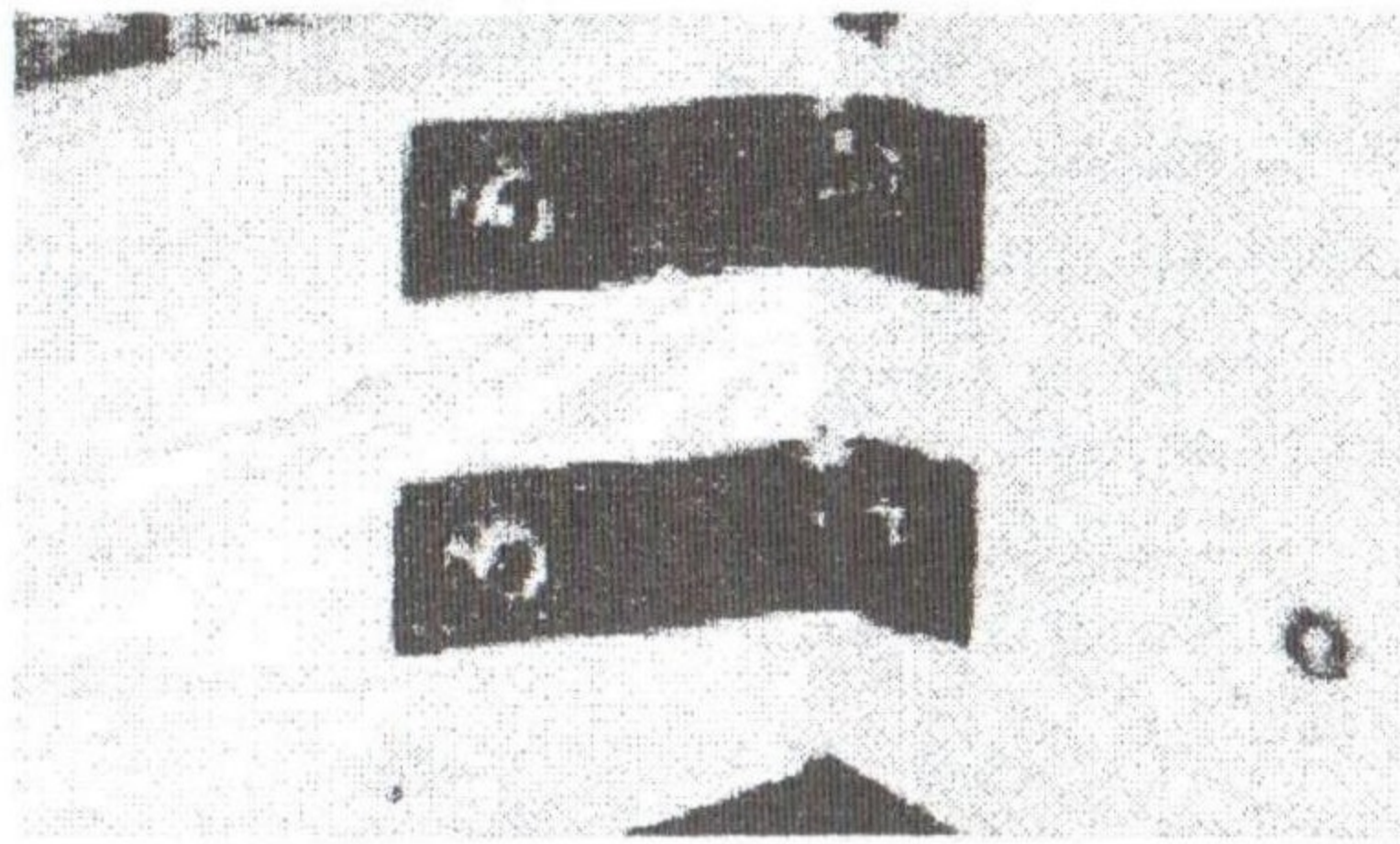


Рис. 2 Соединительные элементы оболочки

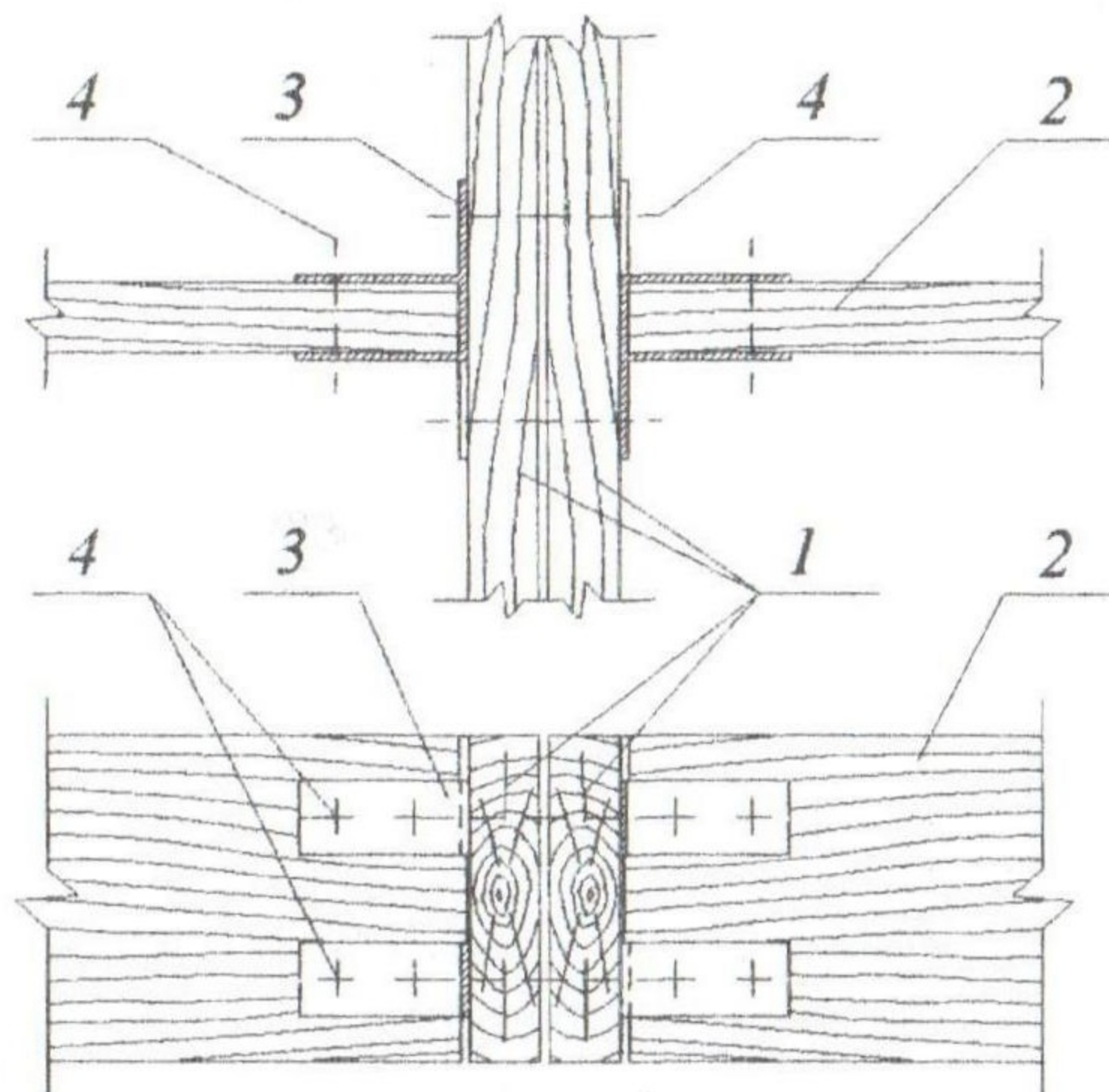


Рис. 3 Соединение сборных элементов (обшивка условно не показана)  
 а) вид сверху, б) вид сбоку;  
 1 – продольные ребра, 2 – поперечное ребро, 3 – металлические соединительные вставки, 4 – металлические нагели.

Анализ работы используемых соединительных элементов выполнен при условии, что минимальную несущую способность по сдвигу имеет нагельное соединение поперечного ребра с металлической вставкой (рис. 4, а), минимальную несущую способность по изгибающему моменту – соединение продольных ребер смежных элементов (рис. 4, б).

Продольное усилие  $N$  от разложения изгибающего момента на пару сил вызывает смятие древесины под металлической вставкой и ее изгиб. Несущая способность такого соединения по усилию сдвига составляет 7,2 кН, по величине изгибающего момента – 1,2 кНм.

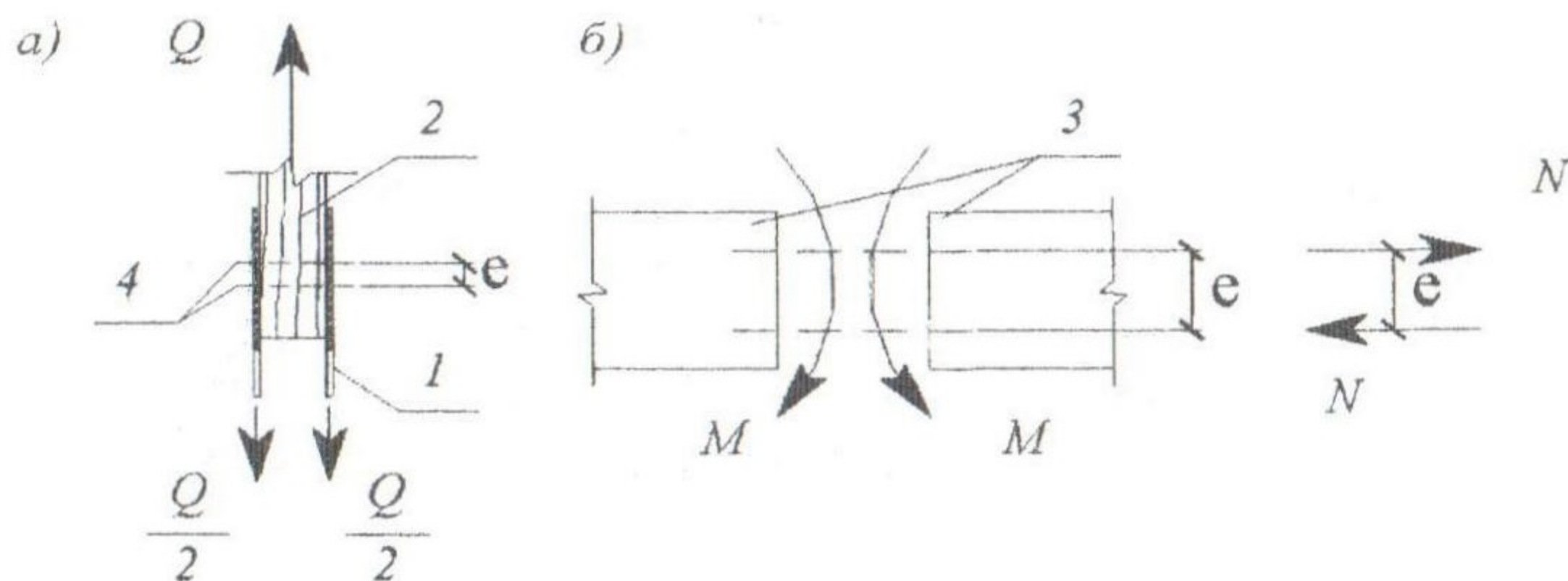


Рис.4 Схема работы упруго-податливого соединения.

1 – металлические вставки, 2 – поперечные ребра,  
3 – продольное ребро, 4 – металлические нагели.

Экспериментальные исследования стыка показали, что при усилии в 10 кН смятие древесины не превысило 0,3 мм.

Расчетные усилия и момент в экспериментальной конструкции оболочки  $4,0 \times 4,0$  м составили соответственно 3,4 кН и 0,5 кНм. С учетом того, что экспериментальная конструкция не была доведена до разрушения, сравним изгибную жесткость цельной древесины ребра ( $E_{\partial} J_{ц.р.}$ ) и изгибную жесткость приведенной к древесине связи ( $E_{\partial} J_{привед}$ ). Такое сравнение указывает на податливость связи на 20-30 % по сравнению с монолитной конструкцией. Учитывая это, введем в формулу (2) коэффициент податливости  $K_n$  и запишем её в виде:

$$\xi_n = K_n \cdot \xi, \text{ где } K_n = \frac{J_{привед}}{J_{ц.р.}}, \quad (3)$$

Выводы:

Таким образом, введение коэффициента податливости  $K_n$  позволяет уточнить сравнительную оценку деформативности гладкой и подкрепленной оболочек. Величина коэффициента  $K_n$  устанавливается индивидуально для выбранного типа соединения.

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек. М. Наука, 1974, - 444 с.
2. Королев В.И. Упруго-пластические деформации оболочек. М. Машиностроение, 1974, - 303 с.
3. Стоянов В.В. Конструирование легких сборных гиперболических покрытий. Одесса. Укртехснаб, 2000, - 165 с.
4. V.V. Stojanov, A.B. Cybulchik, Y.V. Kupchenko, E.V. Maslyanenko. Designing of modular hyperbolic coverings. Jubilee scientific conference. Sofia, 2002, p. 74 – 82.