

# ТЕРМОВЛАЖНОСТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА НА КОМБИНИРОВАННОЕ СБОРНОЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ.

*Стоянов В.В., Масляненко Е.В., Герман А.А., (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)*

Термовлажностное воздействие на различные типы комбинированных пространственных конструкций, в том числе на сборные гиперболические покрытия, оказывает заметное влияние на величину прочности и деформативности. Такое же влияние термовлажностное воздействие оказывает на трехслойные плоские элементы с обшивками и ребрами из материалов с разными физико-механическими характеристиками [1]. Здесь имеется в виду различное поведение используемых материалов при температурном или влажностном воздействии.

На кафедре МДиПК ОГАСА накоплен определенный опыт испытаний комбинированных конструкций при температурном воздействии. В лаборатории кафедры была испытана модель (размерами в плане 4000×4000 мм) однолепестковой сборной гиперболической оболочки с металлической обшивкой и деревянными ребрами [1]. Модель оболочки подвергалась температурно-влажностному воздействию в разных режимах. Результаты испытаний указали на многие особенности напряженно-деформированного состояния при этом воздействии. Так, деформированная схема поверхности оболочки имеет ярко выраженный скрученный характер, - линия изгиба по контурному ребру или бортовому элементу изменяется от нуля на опорах, в промежутках (0,4l) имеют место максимальные значения величины прогиба с разными знаками. При действии статической равномерной нагрузки по всей площади оболочки величины прогибов изменялись по разным направлениям, но оставались одного знака. При температурном воздействии в металлической обшивке, при температуре около 40°С наблюдается «хлопок» (неожиданное вспучивание), а в деревянных ребрах при влажностном воздействии появлялись остаточные деформации. Максимальные перемещения при температурно-влажностном воздействии почти вдвое выше по сравнению с величинами перемещений при отдельном температурном и влажностном воздействии [1]. Возникает проблема установления характера напряженно деформированного состояния гиперболического покрытия

при совместном действии статической нагрузки и термовлажностного воздействия.

Для проведения исследований кафедрой планируется провести испытание натурной конструкции четырехлепестковой составной сборной гиперболической оболочки размером в плане  $12 \times 12$  м. (рис. 1)

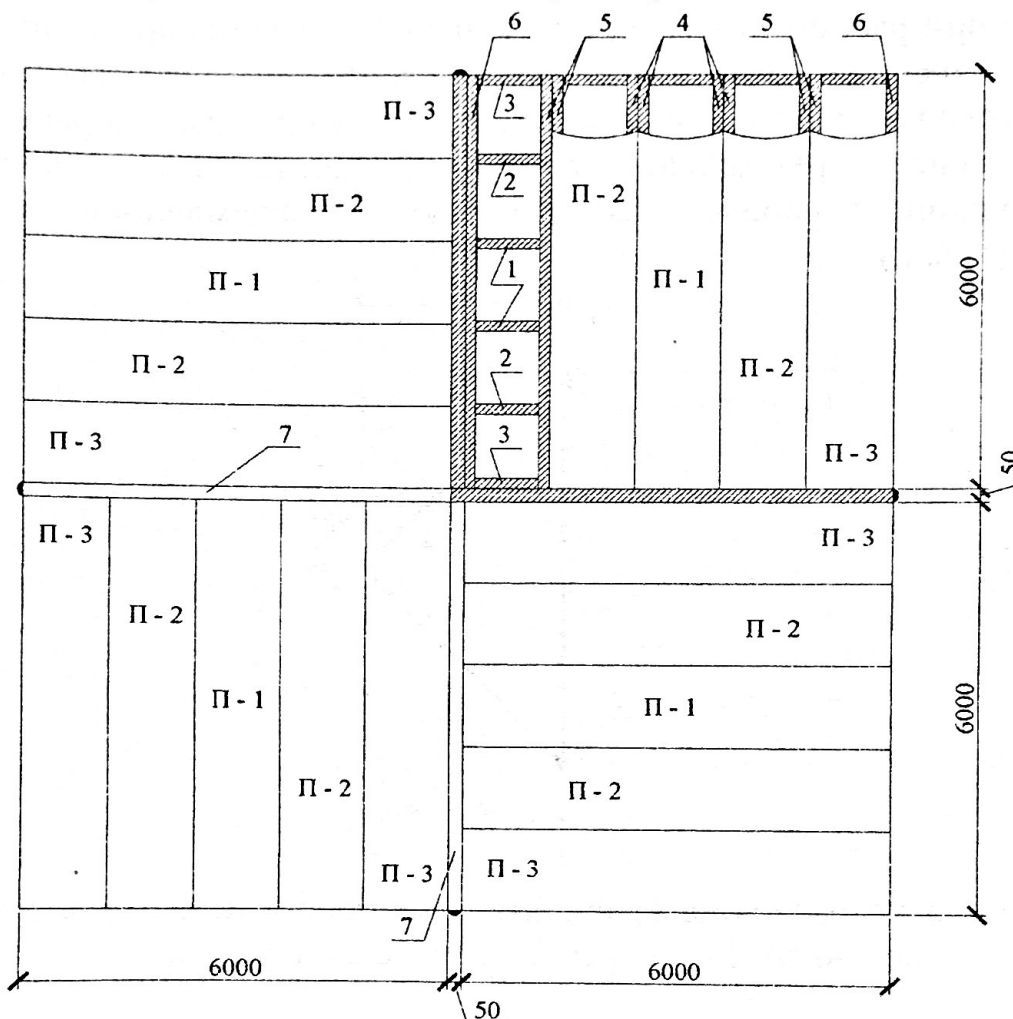


Рис. 1. Схема четырехлепестковой оболочки.

П-1, П-2, П-3 - сборные панели; поз. 1, 2, 3 - поперечные ребра; поз. 4, 5, 6 - продольные ребра; поз. 7 - коньковая доска.

Конструктивные решения сборной гиперболической оболочки соответствует разработанному и реализованному ранее многократно [2] с заменой клефанерной обшивки на металлическую.

При выборе статической нагрузки остановились на сосредоточенной, как наиболее приемлемой для приложения в точках оболочки при одновременном воздействии сосредоточенной нагрузки и термовлажностной составляющей. Оболочка возводится на учебном полигоне ОГАСА с перспективой использования ее после завершения испытаний в учебном процессе.

В ранее проведенных экспериментальных исследованиях оболочек этого типа [3] при приложении сосредоточенной нагрузки величиной 1 кН на расстоянии 1600 мм от свободного края максимальный прогиб угла оболочки составил 5,1 мм [3]. Аналитический расчет показывает несколько иные величины. Например при рассмотрении одного лепестка с защемлением по двум смежным сторонам величина прогиба свободного угла составляет 4,0 мм. Несколько ближе к экспериментальному оказывается расчетная схема в виде треугольной пластинки, когда часть лепестка (по выпуклой параболе) рассматривается защемленной между опорами. (рис. 2)

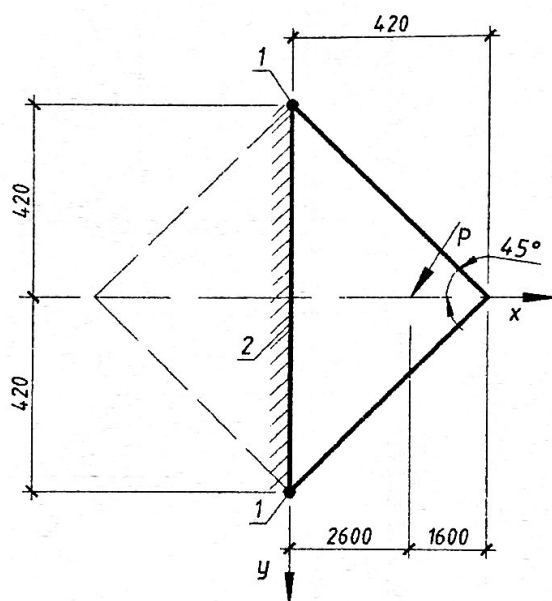


Рис. 2. Расчетная схема фрагмента лепестка с защемлением по диагонали. 1 – опоры; 2 – выпуклая парабола

Для такой расчетной схемы перемещения определяются с учетом переменного момента инерции в зависимости от места расположения сосредоточенной нагрузки по оси «х».

$$f = \int_0^x \frac{M_1 M_2}{EI} dx = \frac{1}{E} \int_0^l \frac{Px \cdot x \cdot l}{I(x)} dx \quad (1)$$

В выражении (1) переменный момент инерции определяется с учетом коэффициентов  $K_{пр}$  (приведения) и  $K_{под}$  (податливости).

Численный расчет с использованием программного комплекса основанного на методе конечных элементов позволяет проанализировать распределение вертикальных перемещения и напряжений по всему полю оболочки при изменении места приложения нагрузки (рис. 3).

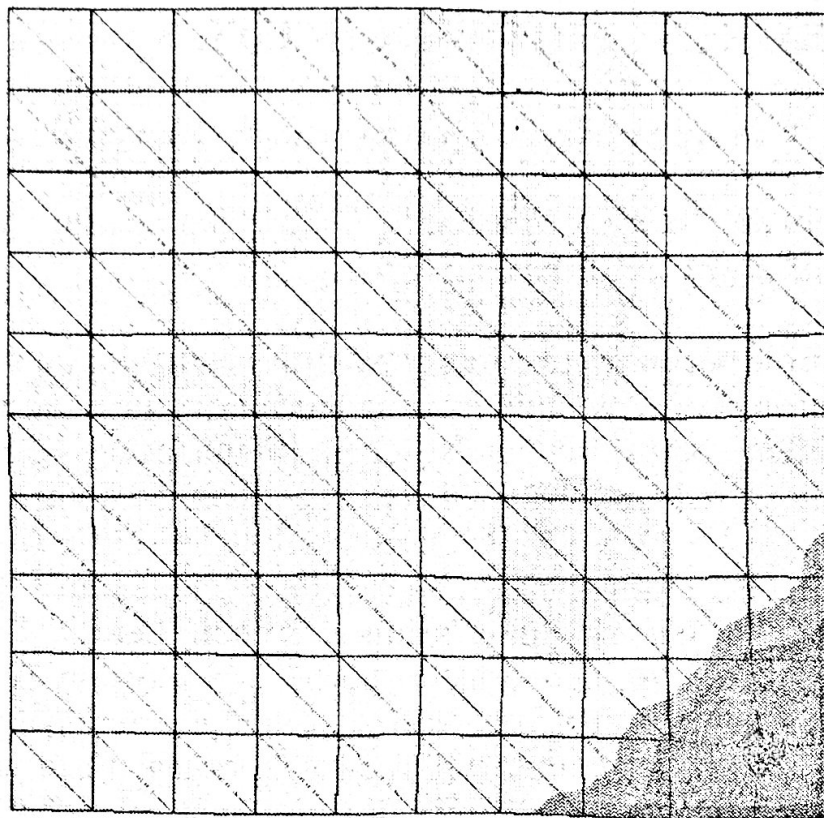


Рис. 3. Изополя перемещений по оси «Z»  
Максимальное перемещение в точке приложения сосредоточенной нагрузки (-5.17 мм)

При численном расчете следует учесть возможности метода используемого программного комплекса и специфику работы древесины как анизотропного материала, т.с. необходим аналитический расчет жесткостных узловых величин.

Ожидается что в процессе экспериментальных исследований натурной конструкции будут определена специфика работы сборной гиперболической оболочки с металлической обшивкой и деревянными ребрами при одновременном загрузении сосредоточенной нагрузкой и температурно-влажностном воздействии.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Стоянов В.В. и др. Термовлажностные воздействия в пространственных покрытиях. Внешрекламсервис, 2004,
2. Стоянов В.В. Клефанерная оболочка типа гиперболического параболоида. Общие вопросы, отечественный опыт. ЦИНИС 1974.
3. Стоянов В.В., Узун Н.И.. Сборные клефанерные гиперболические оболочки. Кишинев. "Штиинца".1981г.