

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ СОСТАВНОЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ

Щоткевич Д.Е. (ОГАСА)

Оболочки как тонкостенные пространственные конструкции находят все более широкое применение в строительстве. Можно с уверенностью сказать, что оболочки становятся одним из наиболее характерных конструктивных решений в мировой строительной практике. Возможность перекрыть огромные пролеты тонкостенными перекрытиями без промежуточных опор делает оболочки подчас незаменимыми при возведении специальных сооружений.

Обладая незначительным весом, оболочки в то же время представляют исключительно прочную конструктивную форму. Деформативность и прочность оболочек в силу искривленности их поверхности имеют показатели в десятки раз лучшие по сравнению с пластинами [1]. Одним из интересных типов оболочек являются конструкции с поверхностью двоякой отрицательной кривизны.

Срединная поверхность оболочки — гиперболический параболоид (гипар) представляет собой трансляционную линейчатую неразвертывающуюся антикластическую поверхность, т.е. поверхность отрицательной гауссовой кривизны.

В строительстве применяются два вида оболочек рассматриваемого типа:

— оболочки гипар с контуром, состоящим из прямых линий (такие оболочки имеют форму скрученного прямоугольника или параллелограмма);

— оболочки с контуром, состоящим из кривых линий (такие оболочки имеют седловидную форму).

Срединная поверхность оболочек обоих видов одинакова — гиперболический параболоид.

Со строительной, эксплуатационной, конструктивной и архитектурной точек зрения оболочка гипар обладает многими положительными свойствами: линейчатость поверхности оказывается подходящей для дерева формой оболочки; при ее помощи может быть легко организован отвод воды с поверхности; путем сочетания

нескольких оболочек гипар в одну составную оболочку можно получить интересные строительные и архитектурные решения для покрытия зданий и сооружений.

Отмеченные выше достоинства оболочек гипар и расширяющиеся возможности использования деревянных конструкций в строительстве послужили причиной широкого применения в последние годы деревянных оболочек этого типа.

Предметом исследования явилась сборная четырехлепестковая гиперболическая оболочка размером 12x12 метров с подъемом 1,6 м, опертая на четыре металлические стойки с соединением противоположных стоек шпренгелем 9. Конструкция оболочки разработана в 70-х годах прошлого века [1], [2], [3]. Оболочка возведена на территории учебного полигона ОГАСА как учебный экспонат (рис. 1).

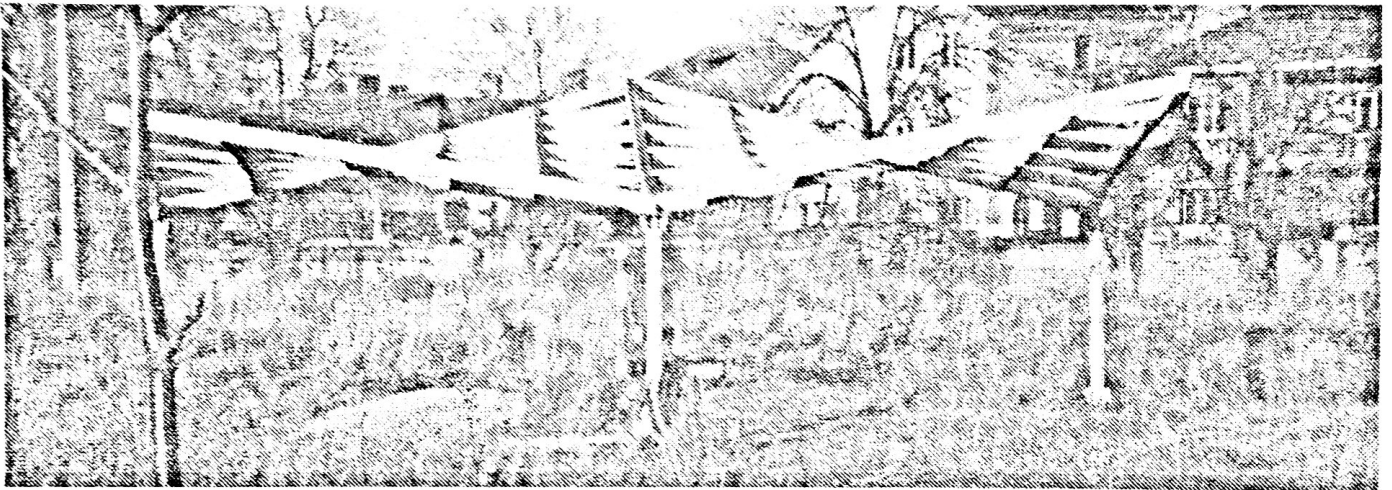


Рис.1. Общий вид оболочки

Предварительно предполагалось произвести испытание оболочки только на температурно-влажностные воздействия, однако в процессе строительства оболочки было решено провести экспериментальное исследование каркаса конструкции и сравнение полученных результатов с результатом численного расчета каркаса и расчетом полносборной оболочки с металлической обшивкой.

В процессе экспериментального исследования натурной конструкции определялась деформативность сборной гиперболической оболочки при загрузке сосредоточенной статической нагрузкой.

Для этого были определены 10 точечных мест воздействия: 7 на одном из четырех лепестках оболочки, 2 места по краям оболочки и одно в центре оболочки (рис. 3).

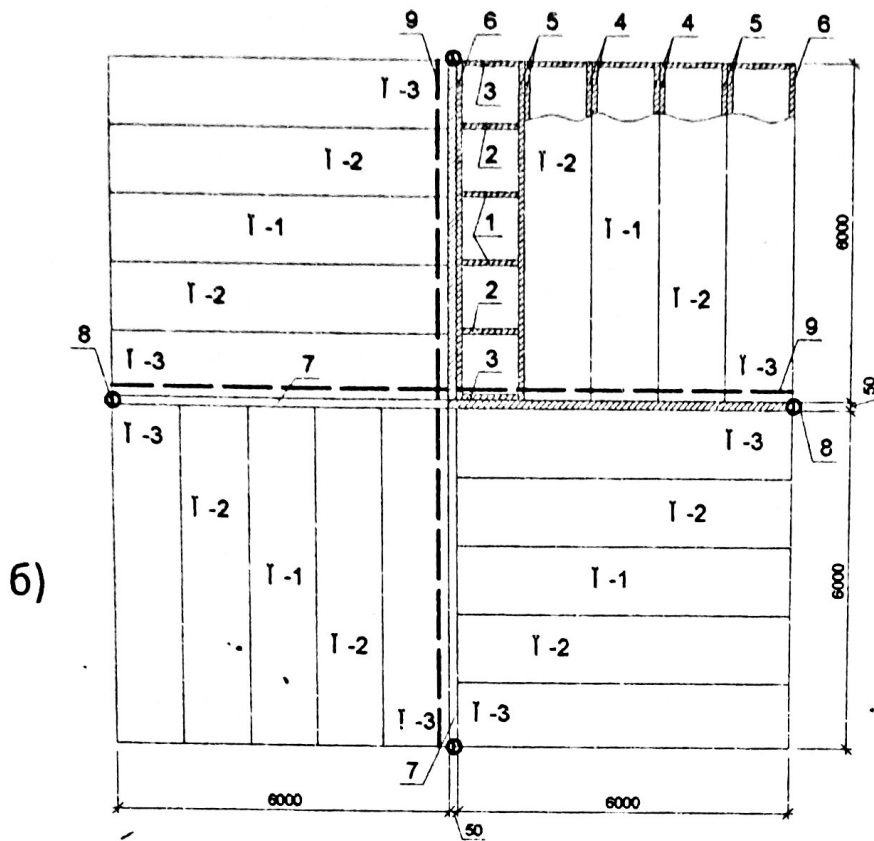


Рис. 2. Составная гиперболическая оболочка на территории ОГАСА.

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;
 8 – металлические опоры; 9 – металлический шпренгель.

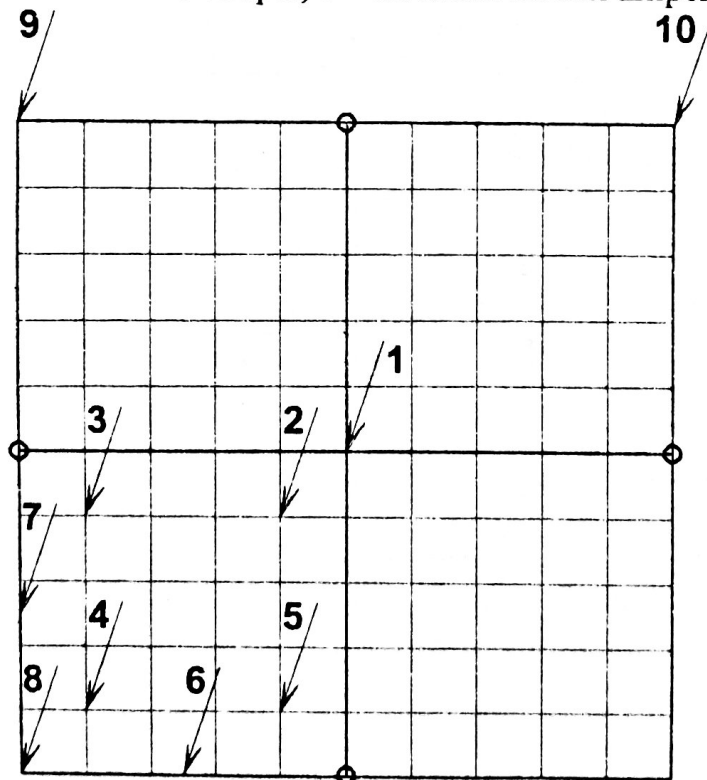


Рис. 3. Схема мест приложения нагрузки на оболочку.

Измерения прогибов оболочки осуществлялось индикаторами часового типа и прогибомерами Максимова с ценой деления 0,01 см. Приборы устанавливались на верхней поверхности оболочки. Для установки и замера показаний данных приборов использовались вспомогательные конструкции.

Оболочка испытывалась на действие сосредоточенной силы $P=0,8$ кН. Нагрузки увеличивались равномерно (этап загрузки 0,2 кН) и каждые пять минут фиксировались показания. Значения прогибов в каждой точке были различны, в зависимости от координат точек приложения нагрузок.

Приведенные эпюры прогибов показывают, что при нагрузке приложенной на одном лепестке оболочки, появляются перемещения в остальных четвертях, и по мере увеличения нагрузки наблюдается рост прогибов.

По результатам испытаний были построены эпюры прогибов выборочных загрузений по нескольким точкам (рис. 4, 5, 6).



Рис. 4. Прогибы в оболочке при загрузении в точке 1.

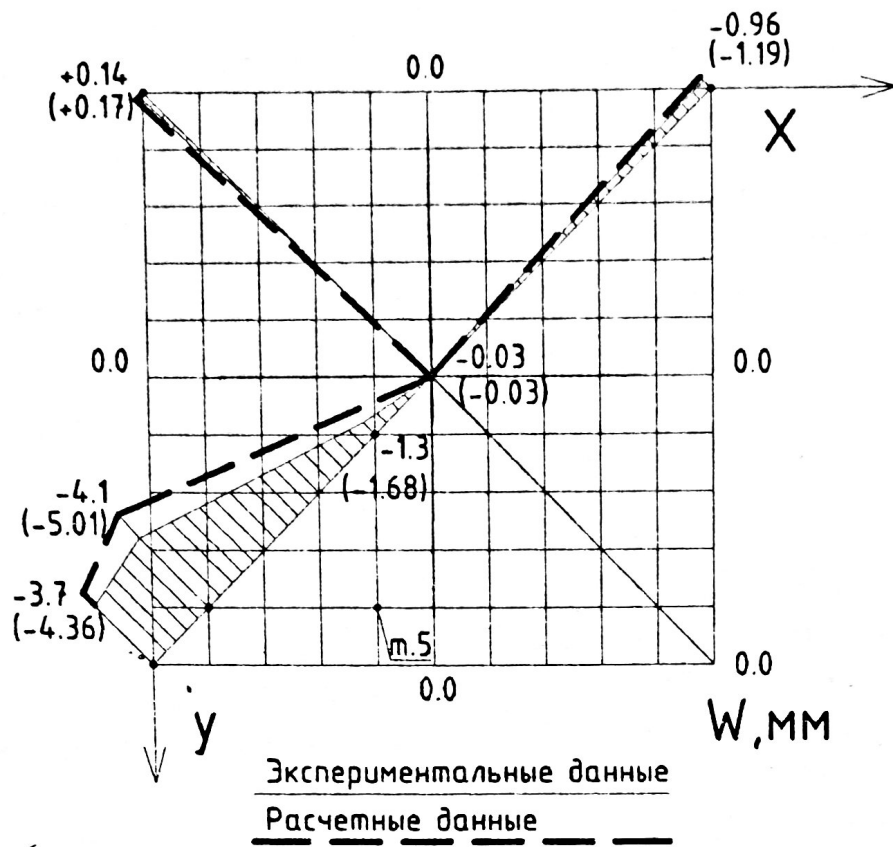


Рис. 5. Прогибы в оболочке при загрузении в точке 5.

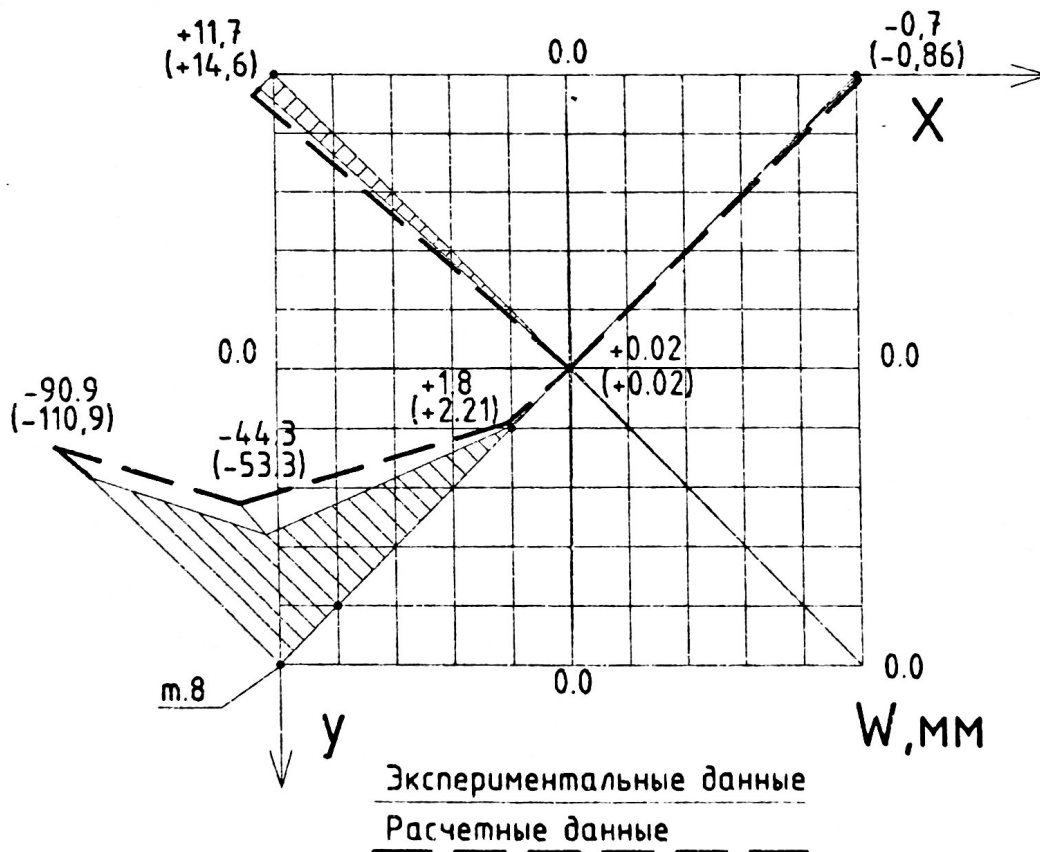


Рис. 6. Прогибы в оболочке при загрузении в точке 8.

Сравнение данных эксперимента и численного расчета (программный комплекс SCAD), как следует из рис. 4-6 указывает на достаточно близкую сходимость результатов.

Следует отметить, что испытанию подвергали только каркас оболочки. Численный расчет указывает на то, что деформативность оболочки значительно уменьшается при устройстве металлической обшивки (на 40-50% в зависимости от толщины обшивки). Дополнительное повышение жесткости оболочки обеспечит устройство бортовых элементов по всему контуру оболочки, а также определенное предварительное напряжение затяжек.

Литература:

1. Стоянов В.В. Конструирование легких сборных гиперболических покрытий, - Одесса, ОГАСА, 2000. – с. 164.
2. Стоянов В.В. Клеефанерные оболочки типа гиперболического параболлоида В кн.: Общие вопросы строительства. Отечественный опыт. Москва.: ЦНИИСК, 1974, в. 10.
3. Стоянов В.В. Конструирование легких сборных гиперболических оболочек, К.: КПИ, 1991, - с. 52.