

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

О. М. Пустовойтова, кандидат техн. наук, С.Ю. Набока, аспирант
*Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А.Н. Бекетова*
ул. Революции, 12, 61002, г. Харьков, Украина,

Ключевые слова: *напряжённо-деформированное состояние, энергетическая составляющая.*

Выявлена и обоснована необходимость совместного использования энергетического критерия и теории напряжённо-деформированного состояния при исследовании топологии купольных конструкций.

Купольные стержневые сооружения – сложные технические системы взаимодействующих строительных элементов, позволяющие не ограничивать творческий потенциал архитектора в создании различных архитектурных форм. Переход от возможности осуществления замыслов архитектора к практическому проектированию неизбежно приводит к необходимости использования инновационных методов расчета способствующих созданию порогов необходимых надежности и экономичности.

Работы многих ученых были направлены на создание методов расчета купольных стержневых конструкций. Однако эти методы не предусматривают решения такой задачи проектирования, как учет ресурсов материалов путем варьирования их композиции и формы самой конструкции, и так же энергетической составляющей.

Конструирование должно быть направлено на минимизацию внутренней потенциальной энергии деформации, накапливаемой в сооружении от его собственного веса, усилий регулирования напряженного состояния и внутренних остаточных напряжений, возникших при изготовлении конструкций, всеми несущими элементами всех его конструктивных форм в сумме при всех возможных сочетаниях постоянных и временных нагрузок и воздействий. Энергетический критерий рационального проектирования был описан в работах Г.В. Климова [1, 3]. Предлагаемый метод построения рациональных систем, в том числе и каркасных, предполагает формирование итерационных процедур, с помощью которых пошагово производится улучшение соответствующих геометрических и (или) физико-механических параметров конструктива.

С использованием энергетического критерия рационального проектирования была исследована топология, пространственно стержневой системы – купольного покрытия, пролетом 19,5 м и высотой 8,75 м. (рис.1).

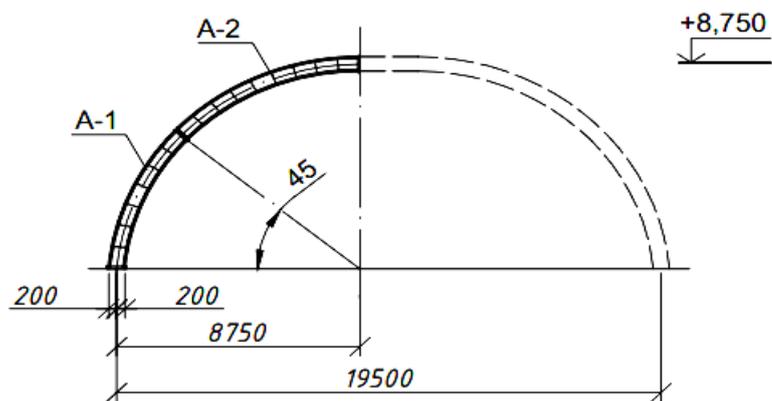


Рис. 3 Схема купола, разбивка полуарки на сегменты

Несущая конструкция ребристого купола представляет собой систему радиальных полуарок – ребер, которые соединяются между собой вверху верхним кольцом. Полуарки составного сечения из двух швеллеров [№12, а также из соединительных пластин 120х6. В нижней части ребра опираются на нижнее опорное кольцо, которое воспринимает распорные усилия полуарок. Для сравнения рассматривается ещё одна купольная конструкция с изменённым параметром – спорушенностью купола. Все нагрузки останутся прежними, кроме собственного веса, он изменится в зависимости от изменения геометрии. Конструкции выполнены из одного и того же материала и тех же прокатных профилей. (рис.1 и 2)

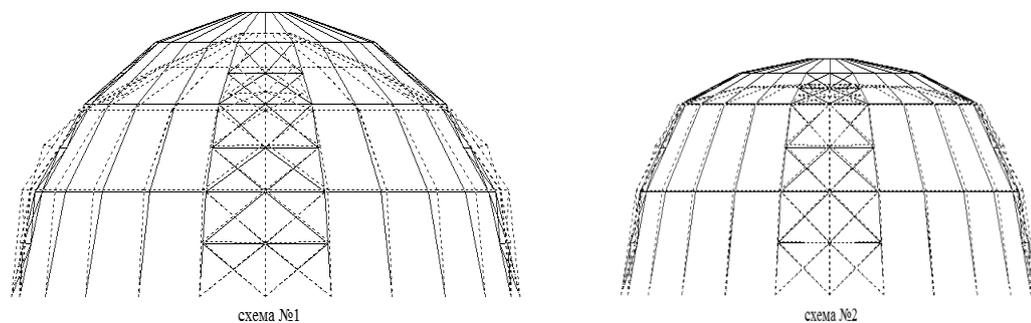


Рис. 2 Схемы купольных покрытий

Сравниваются значения эпюр усилий «N (кН)», а после значения энергии от постоянного нагружения. Расчёт выполнен с использованием программы SCAD.

Сравнительная таблица усилий и напряжений (от суммарной нагрузки)

| Мин. и макс. усилий и напряжений | | | | | | | | | | |
|---|--------------|---------------|-----------------------|----------------|-------------|----------------|----------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| Наименование | Номер сечен. | Номер загруз. | Максимальные значения | | | | Минимальные значения | | | |
| | | | Значение | | | | Значение | | | |
| | | | Номер эл-та | №1 | Номер эл-та | №2 | Номер эл-та | №1 | Номер эл-та | №2 |
| N | 1 | 3 | 122 | 7.54236 | 168 | 11.5986 | 202 | - 29.348 | 363 | - 44.223 |
| Mk | 1 | 1 | 258 | .003568 | 350 | .007783 | 31 | -.0039 | 372 | .00753 |
| My | 1 | 3 | 1 | 4.08258 | 24 | 5.14242 | 6 | - 2.8456 | 282 | - 5.6333 |
| Qz | 1 | 3 | 63 | 3.85395 | 282 | 5.36375 | 68 | - 2.1544 | 24 | - 2.266 |
| Mz | 1 | 3 | 212 | 2.21202 | 289 | 1.27996 | 2 | - 0,5151 | 351 | - 4.179 |
| Qy | 1 | 1 | 2 | 0.23175 | 389 | 0.53215 | 7 | - 0.1623 | 382 | - 0.5132 |

Анализ численных результатов значений усилий двух систем купальных покрытий, отличающихся между собой геометрической формой, и имеющих одинаковое загружение, показал, что более рациональной является схема №1 ($N_{max\ №1} = 7,54236\text{кН} < N_{max\ №2} = 11,5986\text{кН}$; $N_{min\ №1} = -29,348\text{кН} < N_{min\ №2} = -44,223\text{кН}$), следовательно схема №2 более подвержена деформациям. При рассмотрении энергетической составляющей различия энергетического баланса не столь велики, окончательное решение о принятии рациональной системы всё же будет на основе, деформаций и усилий, учитывая, что в схеме №1 они меньше.

Проведение расчетов по данной методике показывает, что применение итерационного метода с дискретными переменными позволяет эффективно решать проектные задачи.

Список литературы

1. Шмуклер В.С., Климов Ю.А., Бурак Н.П. Каркасные системы облегченного типа. – Харьков: Золотые страницы, 2008. – 336 с.
2. Юрьев А.Г., Генетические алгоритмы оптимизации строительных конструкций / А.Г. Юрьев, С.В. Ключев // Образование, наука, производство и управление в XXI веке: Сб. докл. Междунар. науч. конф. – Старый Оскол, 2004. – Т. 4. – С 238 – 240.

3. Васильков Г. В. Эволюционные задачи строительной механики. Синергетическая парадигма. Ростов-на-Дону: Инфосервис, 2003.
4. Городецкий А. С., Шмуклер В. С., Бондарёв А. В. Информационные технологии расчёта и проектирования строительных конструкций. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003, - 889 с.
5. Шмуклер В.С., Какшар Ф., Вассим И., Рационализация параметров неодносвязной балки-стенки// Науковий вісник будівництва. ХО АСУ. – Харьков, 2004. – с. 202-213.