

## КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИХ МУЗЕЕВ

Д.А. Чистяков

Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117193*

Статья посвящена изучению конструктивных систем, применяемых для покрытий зданий политехнических музеев, и выявлению тенденций их применения при последующем проектировании.

**Ключевые слова:** музей, техника, конструктивная система, оболочка.

Современные музеи науки и техники, появившиеся в последние тридцать лет, отличаются от своих предшественников и архитектурой, и самим подходом к подаче информации. Новые строительные материалы и технологии позволяют сделать архитектуру политехнических музеев более многообразной. За это время произошел переход от тяжеловесной структуры традиционного музея к интерактивным комплексам.

Ведущим элементом в функциональной структуре и архитектурной экспозиции зданий политехнических музеев являются экспозиционные залы. Их форма, размеры, система взаимодействия между собой и с остальными помещениями определяется назначением и спецификой самой экспозиции. Экспонаты политехнического музея могут быть самые разнообразные, от предметов, используемых в быту, до космических ракет. Таким образом, здание политехнического музея должно обеспечивать размещение различных по форме и функциональной значимости экспонатов. При проектировании и строительстве зданий с зальными помещениями зачастую возникает комплекс сложных архитектурных и инженерных задач. Современная архитектура музейных зданий диктует два основных направления формообразования плана: свободная планировка, ведущая к конструктивной каркасной системе, и произвольная планировка, которая требует конструктивной системы, позволяющей организовать весь объем здания, а не только его планировочную структуру. Зал является основным композиционным ядром политехнического музея. Чаще всего в конфигурации плана встречается круг, квадрат, прямоугольник, эллипс и трапеция, реже — другие формы. Очень часто бывает необходимо связать зал с внешним миром посредством открытых остекленных поверхностей. Этот аспект имеет важное значение при выборе конструкций покрытия зала.

Для создания комфортных для посетителей и экспонатов условий определяющее значение приобретает конструкция покрытия зала. Выбор системы покрытия больших залов является одним из важнейших вопросов проектирования общественных зданий. Современная строительная наука дает возможность перекрывать помещения любых размеров металлическими, железобетонными, деревянными конструкциями. Несущие конструкции покрытий больших пролетов

в зависимости от их конструктивной схемы и статической работы можно подразделить на три группы: 1) конструкции, работающие в одной плоскости; 2) конструкции, работающие в двух плоскостях; 3) пространственные системы, при расчете которых учитывают усилия в трех плоскостях.

С эстетической точки зрения пространство, освобожденное от опор, придает зданию эмоциональную и пластическую выразительность. Становится очевидным, что для перекрытия залов политехнических музеев наиболее выгодным является использование большепролетных конструкций. Такие конструкции появились еще в древние времена, например покрытие Пантеона в Риме (1125 г.). Купольное покрытие этого здания имеет диаметр около 44 м. Купол Флорентийского собора (1436 г.) имеет диаметр 42 м. В конце XVIII в. появляется новый материал для большепролетных зданий — железобетон. В XX в. широкое применение получают большепролетные металлические конструкции, и тогда же для тонкостенных пространственных конструкций стал применяться железобетон.

По статической работе большепролетные конструкции покрытий делятся на две основные группы систем большепролетных покрытий: 1) плоскостные (включающие в себя балки, фермы, рамы, арки) и 2) пространственные — оболочки, складки, висячие системы, перекрестно-стержневые системы, и др. По материалу, применяемому для изготовления большепролетных конструкций, их делят на деревянные, металлические и железобетонные. Пространственные покрытия выполняют из плоскостных элементов, монолитно связанных между собой и работающих как цельная конструкция, или в виде оболочек. Оболочки, которые могут перекрыть большие пролеты, имеют незначительную толщину 30—100 мм, так как бетон в этом случае работает в основном на сжатие [3].

В зданиях политехнических музеев (Московский политехнический музей, 1872 г., Немецкий музей наук в Мюнхене, 1903 г., Музей науки в Лондоне, 1857 г., и др.) применялись преимущественно традиционные плоскостные конструкции — настилы, балки, фермы, рамы, арки. Работа этих конструкций основана на использовании внутренних физико-механических свойств материала и передаче усилий в теле конструкции непосредственно на опору. Сборные типовые плоскостные конструкции изготавливаются пролетом до 36 м [3].

Пространственные покрытия отличаются тем, что оси всех несущих элементов не лежат в одной плоскости. Они подразделяются на купола и оболочки, характеризующиеся как трехмерные несущие конструкции, отличающиеся пространственной работой и состоящие из поверхностей одинарной или двойной кривизны. Под оболочкой понимается структура, форма которой представляет криволинейную поверхность с достаточно малой ее толщиной по сравнению с самой поверхностью. Основное отличие оболочек от сводов состоит в том, что в них возникают и растягивающие, и сжимающие усилия.

Пространственные большепролетные конструкции покрытий позволяют перекрыть максимально большую площадь. Плоские складчатые покрытия, оболочки, перекрестно-ребристые покрытия и стержневые конструкции выполняются из жестких материалов, таких как железобетон, металлический профиль, дерево и других. Пространственные конструкции позволяют создавать самые разнообраз-

разные формы зданий политехнических музеев. Так, складчатые конструкции, образуя консольные свесы, могут быть выпущены за пределы крайних опор. Эти конструкции применяются в цилиндрических оболочках и куполах. Оболочки двоякой кривизны более экономичные, чем цилиндрические. Разработаны и применяются типовые сборные железобетонные оболочки двоякой кривизны, собираемые из ребристых криволинейных или плоских плит размером  $3 \times 6$  м и контурных сегментных ферм. Эти оболочки, называемые также пологими двояковыпуклыми, могут служить покрытиями для зданий с сеткой колонн  $12 \times 24$ ,  $18 \times 24$ ,  $12 \times 36$ ,  $18 \times 30$ ,  $24 \times 24$  и  $36 \times 36$  м. Складчатые конструкции обычно покрывают пролеты до 50—60 м, а шатры — до 24 м. При реконструкции Курского вокзала в Москве (арх. Г.И. Волошинов) была применена трапецеидальная складчатая конструкция, которая перекрыла зал ожидания размером  $33 \times 200$  м.

Жесткие оболочки могут возводиться над зданиями любой конфигурации в плане — прямоугольной, квадратной, круглой, овальной и т.п. По конструктивным схемам жесткие оболочки делятся на оболочки положительной и отрицательной кривизны, зонтичные оболочки, своды и купола. Оболочки выполняются из железобетона, армоцемента, металла, дерева, пластмасс и других материалов, хорошо воспринимающих сжимающие усилия. Оболочки имеют и ряд других преимуществ: они огнестойки; в покрытии они выполняют одновременно две функции: несущей конструкции и кровли; способствуют разнообразию и оригинальности архитектуры; дают впечатляющие результаты по масштабам перекрываемых пролетов.

В 1998 г. в Валенсии по проекту архитектора С. Калатравы был построен Хемисферик — одно из зданий, входящих в «Город искусств и наук» (рис. 1). Здание по своей конструкции представляет собой арочную конструкцию, опирающуюся на пять колонн, и купол внутри. Здание имеет размеры 250 м в длину и 33 м в высоту. Открывая зрителям проход в помещение, часть конструкции поднимается вверх, а отражение в воде всего здания создает форму человеческого глаза [2].



**Рис. 1.** Город искусств и наук в Валенсии.  
Архитектор С. Калатрава

Применение большепролетных конструкций, в частности оболочек в архитектуре зданий политехнических музеев является оправданным и уже сейчас намечается тенденция к их применению именно в зданиях музеев науки и техники. Примером тому может быть открытый в декабре 2001 г. музей науки и техники в Шанхае (рис. 2), где в качестве покрытия зала показа астрономических явлений вместимостью 280 человек используется сферическая оболочка диаметром 23 м, состоящая из металлических прутьев и стекла, или строящийся сейчас по проекту архитектора Н. Гримшоу музей науки в Майами (рис. 3), включающий в себя 3-D планетарий, также перекрытый оболочкой в форме сферы.

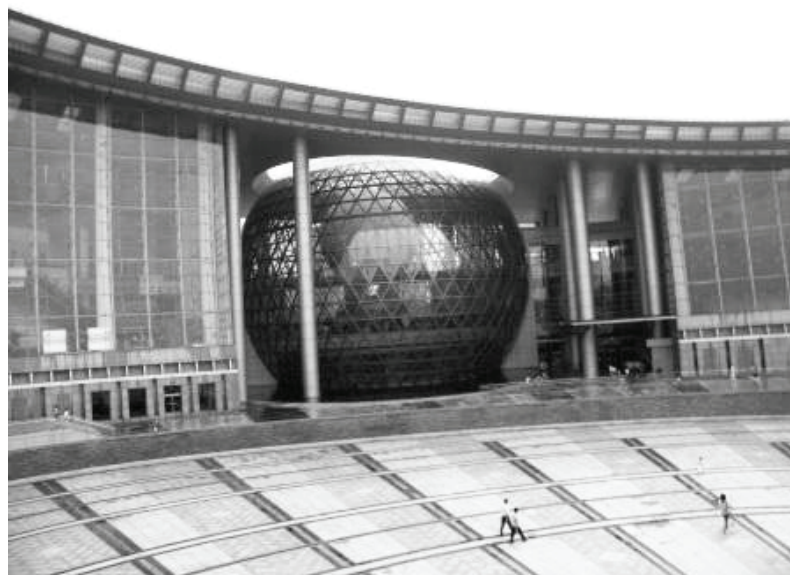


Рис. 2. Музей науки и техники в Шанхае



Рис. 3. Музей науки в Майами. Архитектор Н. Гримшоу

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Волга В.С. и др.* Архитектурные конструкции гражданских зданий. — Будивельник, изд. 2-ое, перераб. и доп. — 1988. — 240 с. [*Volga V.S. i dr.* Arhitekturnye konstruksii grajdanskih zdaniy. — Budivelnik, izd. 2-oe, pererab. i dopoln. — 1988. — 240 s.]
- [2] *Черкасов Г.Н.* Город Сантьяго Калатравы в Валенсии // АСАДЕМІА. Архитектура и строительство. — 2014. — N 1. — С. 40—49. [*Cherkasov G.N.* Gorod Santyago Kalatravyi v Valensii // АСАДЕМІА. Arhitektura i stroitelstvo. — 2014. — N 1. — S. 40—49.]
- [3] *Жуковский Э., Калинин И., Львов Г.* Пространственные конструкции и перспективы их развития // Строительство и архитектура. — 1970. — № 1. — С. 17—19. [*Jukovskiy E., Kalinkovich I., Lvov G.* Prostranstvennyie konstruksii i perspektivy ih razvitiya // Stroitelstvo i arhitektura. — 1970. — № 1. — S. 17—19.]

## STRUCTURAL SYSTEMS OF BUILDINGS OF THE POLYTECHNIC MUSEUMS

**D.A. Chistyakov**

Engineering Faculty  
People's Friendship University of Russia  
*Miklucho-Maklay, str., 6, Moscow, Russia, 117198*

The article is devoted to the study of structural systems used for coating of buildings of the Polytechnic museums and revealing of tendencies of their application for subsequent design.

**Key words:** museum, technology, structural system, shell.