

Н. А. Кузьева
В. С. Горбунова

Купольные конструкции как способ реализации новых архитектурных идей

В данной статье речь пойдет о развитии купольных конструкций в мире. Появившись как вариант завершения здания религиозного культа, в современной архитектуре они уже перекрывают здания общественного назначения. В статье показано их совершенствование и приобретение ими новых функциональных назначений на примерах выдающихся памятников архитектуры.

Ключевые слова: архитектура, архитектурный стиль, строительство, купольные конструкции, перекрытие-оболочка, сетчатая оболочка, геодезический купол, купольный дом.

N. A. Kuziaeva
V. S. Gorbunova

Dome construction as a way of realization of new architectural ideas

In this article we will focus on the development of domed structures in the world. Appearing as a variant of the completion of the building of a religious cult, in modern architecture they already cover public buildings. The article shows their improvement and acquisition of new functionalities to outstanding examples of architectural monuments.

Keywords: architecture, architectural style, construction, dome structures, thin-shell structures, gridshell, geodesic dome, dome house.

В истории строительства купольные конструкции довольно часто являлись завершениями зданий; и в этой статье речь пойдет о развитии купольных решений в мире, начиная с древности и заканчивая применением их в современной архитектуре.

Купол не был известен египтянам и редко использовался греками, но стал важным элементом в римской архитектуре. Попытки создания криволинейных крыш, в том числе и куполов, предпринимались еще в Древнем Риме. До V столетия купола сооружались только над круглыми в плане сооружениями. Таковым является самый древний купол из ныне существующих. Он расположен в римском Пантеоне, возведенном примерно в 128 году нашей эры. Отметим, что первыми материалами были камень и дерево, но из-за сложности обработки и эксплуатации камень перестали использовать. Купол Пантеона был построен впервые с применением более совершенного материала — бетона, в котором скрыт скелет из кирпичных арок. Распор купола и его тяжесть воспринимаются массивными стенами толщиной 6 метров. Для облег-

чения стен и придания им зрительной легкости в них было установлено 8 внутренних больших ниш и столько же наружных пустот. Он представляет собой большое инженерное достижение античности и вплоть до XIX в. он был обладателем купола самого большого диаметра. Несколько столетий спустя (в 537 году) был построен еще один огромный купол, возведенный уже над квадратным в плане сооружением. Это Собор Святой Софии в Константинополе. Поддерживаемые столбами арки, своды, полукупола и купола стали ведущими конструктивными элементами. Дальнейшее развитие структур и форм самого купола сдерживалось «кирпичной» технологией его строительства.

Далее продолжается использование куполов в строительстве памятников архитектуры, но оно использовало принципы возведения купола Пантеона, тщательно изучая его конструкции. Новую жизнь купольной конструкции подарили мастера эпохи возрождения. Это, например, Брунеллески, спроектировавший и построивший купол Санта-Марии-дель-Фьоре во Флоренции. Стоит отметить, что Брунеллески принадлежит

новаторское инженерное решение по расчленению несущих и ограждающих конструкций - идея постройки двухслойного каркаса, укрепленного ребрами. Это был один из первых шагов перехода от архитектуры Средневековья к архитектуре Ренессанса.

Одно из выдающихся творений архитектора конца XVII начала XVIII века Кристофера Рена — Собор Святого Павла — причудливым образом сочетает элементы готики, классицизма и барокко и является примером дальнейшего развития и совершенствования купольных конструкций. Его рассмотрим более подробно.

Рен не хотел возводить собор в существующем прежде готическом стиле, и поэтому, в процессе проектирования ему пришлось трижды полностью менять проект. Первые два были отвергнуты комиссией, а третий предполагал большой храм с куполом и двумя башнями-звонницами. Рен создает тройной купол, подобных которому не было еще в архитектуре. Его купол — трехслойный. Он состоит из внутреннего, играющего роль потолка, и внешнего, видимого только снаружи, который поддерживает деревянный каркас, покрытый свинцовыми листами. Купол сам по себе интересен по форме. В геометрическом смысле он повторяют изгиб подвешенной цепи без груза (она называется цепная линия). Все звенья такой цепи сдавлены силой тяжести и, если ее перевернуть, получается отличная устойчивая структура. К такой форме архитектора подтолкнул Роберт Гук, известный своими работами в области химии и физики. Но основную нагрузку на себе несет купол, полностью скрытый от глаз зрителя, расположенный между внутренним и внешним куполами и имеющий форму конуса. Он сделан из кирпича и служит опорой для фонаря весом в 800 тонн.

В процессе строительства Рену приходилось решать еще много проблем. Было обращено внимание на то, что при столь большом размере купола и его массивности, внутри храма отсутствовали колонны, поддерживающие свод. Рен приводил собственные точно выверенные расчеты, пытаясь убедить комиссию, что колонны не нужны и купол не рухнет на головы прихожан. Однако ученому не поверили и распорядились установить колонны, подпирающие купол и своды собора. Рен выполнил это требование, но лишь частично: возведенные по его проекту колонны не достигают потолка собора, между капителями и самим потолком остается свободное пространство, однако, осматривая собор снизу, увидеть это практически невозможно. Будучи гениальным ученым, он решал и другие возникающие проблемы, например, создал ложный второй этаж, чтобы замаскировать массивные контрфорсы, которые поддерживают стены нефа и купол.

На этом купольные решения не остановились. На протяжении веков они совершенствовались

в зависимости от применяемого строительного материала. Так, конец XVIII века открыл новую эпоху в строительстве куполов - существенно стали расти пролеты, уменьшаться толщина оболочки. Все это вкупе с прочным материалом позволяло создавать проекты сооружений с куполами до 100 метров в диаметре. Появившаяся в начале XIX века сетчатая конструктивная схема только упрочнила положение металла. Конструкция купола стала куда прочнее, более легка при монтаже, экономичней и выглядела куда изящней по сравнению с куполами из дерева и железобетона, а главное она позволила возводить сооружения до 250 метров в диаметре, что, естественно, не является ее пределом. Постепенно, от своей первоначальной задачи — перекрытие больших пространственных частей здания - они перешли к выполнению и некоторых других. Например, эстетическое украшение городской застройки, создание яркого, запоминающегося образа здания.

И если раньше купольные конструкции применялись в архитектуре общественных зданий, преимущественно в храмовых сооружениях, то уже позже купольные конструкции стали использоваться в зданиях другого функционального назначения. Еще в XIX веке купола используются редко в строительстве домов, но постепенно — в строительстве больших оранжерей, в планетариях, в аудиториях, складах, ангарах. С развитием технологии строительства и появлением новых материалов, в том числе полимерных, архитекторы стали проектировать еще более разнообразные формы купольных перекрытий.

Уже в конце века — 1896 году российский инженер и архитектор В.Г.Шухов запатентовал свою конструкцию перекрытий зданий и сооружений, получившую название перекрытие-оболочка, которая включает в себя выпуклые, висячие, сетчатые и мембранные оболочки. Примером дальнейшего совершенствования архитектурной формы и несущей сетчатой оболочки является геодезический купол.

На рисунке 1 представлена купольная конструкция, созданная архитектором Ричардом Фуллером (бывший Павильон США на Экспо-67)

Эти купола обладают большой несущей способностью; простые сооружения создаются очень быстро из достаточно легких элементов силами небольшой строительной группы; купола также обладают идеальной аэродинамической формой, благодаря чему их можно возводить в ветреных и ураганных районах.

На рисунке 2 показан самый большой в мире купол, выполненный в виде однослойной структуры по схеме lattice.

Патент на конструирование геодезических куполов получил Ричард Фуллер. Он считается родоначальником строительства купольных домов. Это еще одна революционная идея, свя-



Рис. 1. Монреальская Биосфера

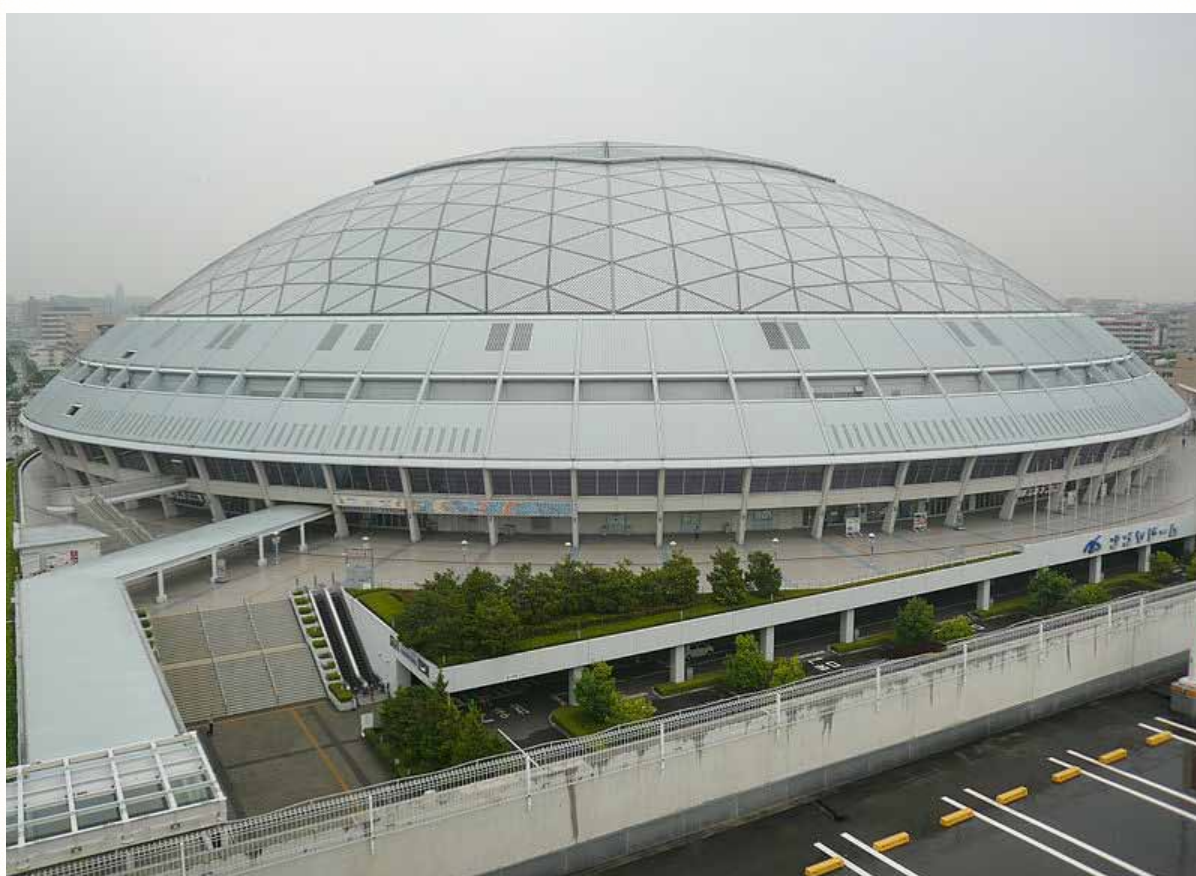


Рис. 2. Спортивный комплекс Нагоя (Япония)

занная с применением купольных конструкций. Купольный дом обладает рядом колоссальных преимуществ: имеет необычный внешний вид, свободную планировку внутренних помещений из-за отсутствия внутренних опорных стен и колонн, возможность установки в сейсмически неблагоприятных районах, минимальные требования к фундаменту. Его отличает относительная дешевизна постройки и эзотерическая составляющая. Однако, этот дом не получил массового распространения.

Имеются еще два варианта выдающихся сооружений с применением купольных конструкций. Это стадион «Астродром», построенный в 1965 году в Хьюстоне (США) и являющийся родоначальником крытых стадионов с куполо-

образной крышей. Среди подобных зданий можно выделить крупнейшее сферическое сооружение в мире – Глобен-Арена, построенное в 1989 году в Стокгольме (Швеция).

Благодаря огромному опыту мирового строительства и архитектуры сейчас новаторские идеи сменяют одна другую с большой скоростью. Вот уже и в индивидуальных домах применяются купольные решения. Ознакомившись с их историей, как один из вариантов реконструкции Пензенского планетария (г. Пенза, Россия), можно предложить купольную конструкцию, которая либо будет возрождать идеи прошлого – напоминать купол реновского Собора, либо отвечать требованиям современности – использовать элементы оболочки-перекрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Алексеев, В. П. Казачинский, В. В. Бондарь «История Архитектуры, градостроительства и дизайна». Курс лекций. – М. Издательство АСВ, 2004, - 448с.
2. Википедия – свободная энциклопедия [сайт]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page (дата обращения: 06.12.13)
3. Википедия – свободная энциклопедия [сайт]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 09.12.13)
4. Никонова Е.Р. Социальное проектирование в подготовке архитекторов к профессиональной деятельности. Анализ мотивационной составляющей. [Электронный ресурс] / Перспективы науки и образования, 2013. – №6. Режим доступа: http://pnojurnal.files.wordpress.com/2013/10/pdf_130519.pdf (дата обращения: 5.12.2014).

REFERENCES

1. U. V. Alekseev, V. P. Kazachinskii, V. R. Bondar' «*Istoriya arhitekturi, gradostroitel'stva i dizaina*» [«The history of architecture, city construction and design». Course of Lectures]. Moscow, Print house ASV, 2004, 448 p.
2. Wikipedia – the free encyclopedia [site]. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page (accessed 5 February 2014).
3. Wikipedia – the free encyclopedia [site]. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (accessed 5 February 2014).
4. Nikonova E.R. Social engineering in the training of architects to professional activity. The analysis of motivational component. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2013. no.6. Available at: http://pnojurnal.files.wordpress.com/2013/10/pdf_130519.pdf (accessed 5 February 2014).

Информация об авторах Кузяева Наталия Андреевна (Россия, Пенза)

Студентка архитектурного факультета.
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства.
E-Mail: Kusyaev@hotmail.com

Горбунова Валентина Сергеевна (Россия, Пенза)

Доцент, кандидат филологических наук, доцент
кафедры «Иностранные языки». Пензенский
государственный университет архитектуры и
строительства.
E-Mail: english@pguas.ru

Information about the authors Kuziaeva Nataliia Andreevna (Russia, Penza)

Student of Architectural faculty.
Penza State University
of Architecture and Construction.
E-Mail: Kusyaev@hotmail.com

Gorbunova Valentina Sergeevna (Russia, Penza)

Associate Professor, PhD in Philology, Associate
Professor of the Department «Foreign languages».
Penza State University
of Architecture and Construction.
E-Mail: english@pguas.ru