

Роль купольных зданий в архитектуре будущего

Д.А. Ким

*Национальный исследовательский московский государственный
строительный университет НИУ МГСУ, Москва*

Аннотация: Статья посвящена сравнительному анализу строительства и эксплуатации зданий традиционной формы и купольной формы. Даны данные на материальные затраты при строительстве зданий различных форм.

Ключевые слова: купольное здание, энергоэффективность, стратодезический купол, геодезический каркас, формы зданий.

На сегодняшний день довольно четко обрисовывается проблема экологической безопасности Земли. В России большая часть жилищного фонда находится в достаточно критическом состоянии. Требуются затраты на ремонт и обслуживание жилищного фонда [1], его коммуникаций. В этой связи приоритетным направлением в строительстве новых зданий и сооружений приобретают купольные дома.

История развития человеческого общества показывает, что на протяжении длительного периода времени человечество использовало купольную систему в устройстве своих жилищ. Ярким примером могут послужить традиционные жилища народов севера – иглу, вигвамы североамериканских индейцев, шатры африканских племен, юрты кочевников. Также многие религиозные конфессии использовали и продолжают использовать купола в качестве элементов или основы для храмов и соборов [2].

В современном мире технология купольного строения жилых зданий берет свое начало с первой половины XX века, когда американский инженер Ричард Фуллер запатентовал данную технологию строительства, способную обеспечить послевоенную Европу доступным и надежным жильем. К сожалению, в то время она не получила широкого распространения, но через несколько десятилетий к ней обратились вновь [3].

Первоочередной интерес к домам купольной формы возникает, безусловно, за счет необычной и непривычной формы таких зданий. Но проводя сравнительный анализ таких домов со зданиями стандартной (кубической) формы можно отметить значительное количество положительных моментов. В основе купольного домостроения лежит отсутствие потолков и несущих опор. Это дает порядка 30 % экономии на материалах стен и перекрытий. Купольные конструкции достаточно легкие по сравнению со зданиями традиционной формы, но при этом и достаточно надежные и устойчивые. Для зданий такого типа не нужен мощный фундамент, в качестве основания используются ленточные или свайные фундаменты [4-7].

Самым первым методом реализации купольных построек стала технология, основанная на каркасе в виде треугольной полусферы – геодезического каркаса. В качестве конструктивных элементов используются треугольные блоки, которые с увеличением высоты все больше наклоняются к центру купола. При соединении данных конструктивных элементов образуется каркас, толщиной до сорока сантиметров. Снаружи дом может быть отделан различными материалами с главным требованием – водостойкостью (влагостойкостью) [8, 9]. С развитием строительных технологий вся большее значения в строительстве купольных сооружений приобретает и стратодезический купол. Нижняя опора которого воспринимает усилие распора, вследствие чего в нем возникает изгибающий и крутящий моменты. Нижняя опора в плане проектируется в виде окружности, эллипса или многогранника с жестким или с шарнирным соединением в узлах. Нижняя опора в виде кольца укладывается на фундаментные опоры и только закрепляется от горизонтального смещения [10-13]. Выполняется обычно из металлопроката или цельного железобетона.

Таблица № 1

Сравнение материальных затрат на постройку домов разных типов

Критерии сравнения	Стандартный одноэтажный дом	Дом, построенный по купольной технологии
Пример решения зданий		
Основные параметры здания	<p>Общая площадь: 100 м²</p> <p>Наименьшая из возможных длина периметра: 40 м</p> <p>Длина внутреннего периметра: 34,4 м</p>	<p>Общая площадь: 100,24 м²</p> <p>Радиус внешней границы: 5,65 м</p> <p>Радиус внутренней границы: 5,25 м</p> <p>Длина внешней окружности: 35,48 м</p> <p>Длина внутренней окружности: 35,08 м</p>
Данные о фундаменте	<p>Площадь в горизонтальной плоскости: 26,04 м²</p> <p>Минимально допустимая высота: 0,7 м</p> <p>Объем бетонной массы: 18,23 м³</p>	<p>Площадь в горизонтальной плоскости: 13,69 м²</p> <p>Минимально допустимая высота: 0,4 м</p> <p>Объем бетонной массы: 5,48 м³</p>
Данные о наружных	<p>Толщина стен: 0,6 м</p> <p>Высота здания: 2,7 м</p>	<p>Толщина стен: 0,4 м</p> <p>Высота здания: 4,7 м</p>



стенах	Объем массива стен: 59,62 м ³	Объем массива стен: 57,94 м ³
Декоративная отделка	Площадь внешней поверхности стен: 108 м ² Площадь внутренней поверхности стен: 92,88 м ²	Площадь внешней поверхности стен: 157,08 м ² Площадь внутренней поверхности стен: 132,95 м ²
Кровельные работы	Требуются	Не требуются

Таблица № 2

Ориентировочная стоимость основных типов материалов, руб.			
Назначение	Для стандартного дома	Для дома на геосфере	Для дома на пневмокаркасе
Фундамент (только бетон)	За м ³ : 2900 всего: 52 867	За м ³ : 2900 всего: 19 070	За м ³ : 2900 всего: 15 892
Стены	Шлакоблок + Кирпич За м ³ : 3250 всего: 193 765	Бетон За м ³ : 2900 всего: 168 026	Дерево + Минвата За м ³ : 2300 всего: 133 262
Кровля	За м ² : 2850 всего: 359 100	Не требуется	Не требуется
Потолочное перекрытие	За м ² : 1100 всего: 110 000	Не требуется	Не требуется
Фасадная отделка	За м ² : 950 всего: 102 600	За м ² : 1300 всего: 204 204	За м ² : 500 всего: 78 540
Итоговая стоимость	818 332	391 300	227 696

На основе произведенного сравнительного анализа стоит отметить явные положительные моменты от использования зданий купольной формы: меньшие материальные и трудовые затраты, большая устойчивость, явный рост энергосберегающих показателей, аэродинамичность, пространственная разнообразность, архитектурная привлекательность интерьера и экстерьера.

Литература

1. Барышев В., Трутаев В. Источник энергии – в ее экономии. Минск, 1997. С. 64–71.
2. Бродач М.М. Теплоэнергетическая оптимизация ориентации и размеров здания // Научные труды НИИ строительной физики. М., 1987. С. 97-101.
3. Волков А.А., Гиясов Б.И., Челышков П.Д., Седов А.В., Стригин Б.С. Оптимизация архитектуры и инженерного обеспечения современных зданий в целях повышения их энергоэффективности // Научно-технический вестник Поволжья №6, Казань, 2014. С.111-113.
4. Волков А.А. Иерархии представления энергетических систем // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 190-193.
5. Гиясов Б.И. Влияние развития инфраструктуры городов на жилую среду.// Вестник МГСУ. 2012. №4, С. 17-21.
6. Гиясов Б.И., Цева А.В. Влияние энергоэффективности зданий на экологический баланс окружающей среды // Научное обозрение №4, М., 2015. № 4, С.174-178.
7. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. М., 1991. С. 35-43.
8. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий. М., 2000. С. 47-50.
9. Савенок А.Ф., Е.И. Савенок. Основы экологии и рационального природопользования. Минск, 2004. С. 432.

10. Москаленко А.И. Многоквартирные жилые дома конца 19-начала 20 веков // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102
11. Горгорова Ю.В. Проектирование гостиниц для природно-климатических условий гор и предгорий Юга России // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.
12. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Developing a new combined structural roofing system of domes and vaults supported by cementitious straw bricks // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4 URL: arnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.
13. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. The Role of Domed Shape Roofs in Energy Loss at Night in Hot and Dry Climate (Case Study: Isfahan Historical Mosques Domes in Iran) // American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6 URL: <http://pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/>.

References

1. Baryshev V., Trutaev V. Istochnik jenergii – v ee jekonomii [The source of energy is saving]. Minsk, 1997. pp. 64-71
 2. Brodach M.M. Nauchnye trudy NII stroitel'noj fiziki. 1987. pp. 97-101.
 3. Volkov A.A., Gijasov B.I., Chelyshkov P.D., Sedov A.V., Strigin B.S. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja №6, Kazan', 2014. pp.111-113.
 4. Volkov A.A. Vestnik MGSU № 1. 2013. pp. 190-193.
 5. Gijasov B.I. Vestnik MGSU №4. 2012. pp. 17-21.
 6. Gijasov B.I., Ceva A.V. Nauchnoe obozrenie № 4. 2015. pp.174-178.
 7. Gubernskij Ju.D., Lickevich V.K. Zhilishhe dlja cheloveka [The dwelling for the person]. M., 1991. pp.35-43.
 8. Eremkin A.I., Koroleva T.I. Teplovoj rezhim zdaniy [The thermal regime of buildings]. M., 2000. pp. 47-50.
-



9. Savenok A.F., E.I. Savenok. Osnovy jekologii i racional'nogo prirodopol'zovaniya [Fundamentals of ecology and environmental management]. Minsk, 2004. p.432.

10. Moskalenko A.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (part 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102

11. Gorgorova Ju.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.

12. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4 URL: arnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.

13. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6 URL: pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/.