

МНОГОГРАННЫЕ КОРОБЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ

С.Л. ШАМБИНА, канд. техн. наук, доцент,
Российский университет дружбы народов,
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; shambina_sl@mail.ru

В статье рассмотрены особенности формообразования многогранных коробчатых поверхностей и приведены примеры их применения в архитектуре.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:коробчатые поверхности, циклические поверхности, многогранники, образующая окружность, архитектура, формообразование.

Современная архитектура характеризуется многообразием форм. Аналитическая геометрия позволяет дать новый толчок фантазии архитектора, путем использования архитекторами все новых форм и поверхностей. Кроме того, математическое обоснование той или иной формы, применяемой в архитектуре, позволяет не только проектировать красивые и гармоничные здания, но и делать их надежными с инженерной точки зрения.

Понятие о коробчатых поверхностях, как разновидности циклических поверхностей, было дано В.Н. Ивановым в [1]. В частности он рассмотрел коробчатые поверхности, образуемые движением правильного многогранника, вписанного в окружность циклической поверхности. Если циклическая поверхность образуется движением окружности переменного радиуса, то коробчатая поверхность имеет переменное поперечное сечение. Если направляющая поверхности - кривая, то получается криволинейная коробчатая поверхность.

В зависимости от способа образования, в статье [1] предлагается следующая классификация коробчатых поверхностей:

- 1)коробчатые поверхности постоянного сечения с образующей окружностью постоянного радиуса;
- 2) коробчатые поверхности переноса с образующими окружностями постоянного радиуса, параллельными некоторой плоскости;

3) прямолинейные коробчатые конструкции - поверхности переноса с направляющей прямой линией;

4) плоскопараллельные коробчатые конструкции с образующими окружностями переменного радиуса, параллельными некоторой плоскости;

5) коробчатые конструкции конусного типа - плоскопараллельные коробчатые конструкции с линейным законом изменения радиуса образующей окружности и прямой линией центров;

6) нормальные коробчатые конструкции с образующими окружностями, которые лежат в нормальной плоскости линии центров;

7) коробчатые конструкции с образующими равносторонними многоугольниками в плоскостях пучка – образуются на базовой циклической поверхности с окружностями в плоскостях пучка.

8) закрученные коробчатые, получаемые при вращении равностороннего многоугольника в образующей окружности при ее движении вдоль линии центров.

Данная классификация показывает, что многогранные коробчатые поверхности разнообразны и имеют интересные формы, на основе которых можно создать множество оригинальных зданий. Рассмотрим примеры применения многогранных коробчатых криволинейных поверхностей в архитектуре зданий.

Небоскреб «Закрученный торс» (рис. 1, а, б), построенный в 2005 году в Мальмо (Швеция), был назван «самым необычным небоскребом Европы». Его архитектор Сантьяго Калатрава получил за него премию на международной ярмарке в Каннах. Центральная несущая конструкция сделана из железобетона, в ней расположены коммуникации, лифты и лестницы. Высота 54-этажного здания – 190 метров. Для большей устойчивости здание имеет каркас, расположенный снаружи небоскреба. Плоскость верхней пятигранной призмы повернута относительно нижней на 90°. Геометрически форму здания можно описать пятигранной цилиндрической коробчатой поверхностью.

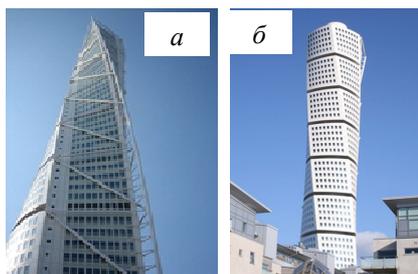


Рис. 1

[<http://www.archfacade.ru>]

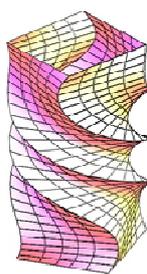


Рис. 2



Рис. 3

[<http://www.novate.ru>]

На рис. 2 показана закрученная четырехгранная цилиндрическая коробчатая поверхность. Такую форму имеет «Helixxx Bridge» (рис. 3) – пешеходный мост пролетом 82 метра, разработанный архитектором Eugenio Aglietti для строительства перед зданием музея Amsterdam Hermitage Museum (Нидерланды). Полупрозрачная оболочка из стекла позволяет любоваться видом на Амстел, а перфорированные панели создают благоприятный микроклимат внутри.



Рис. 4

[<http://www.dezeen.com>]



Рис. 5

[<http://www.kusus-architekten.de/>]

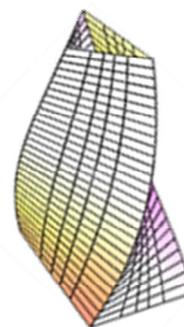


Рис. 6

Форму закрученной цилиндрической коробчатой поверхности, но уже четырехгранной, имеет многоцелевой комплекс «Dancing Towers» (рис. 4), проект которого был разработан архитектурной студией Studio Daniel Libeskind для Сеула (Южная Корея). Три уникальные 41-этажные небоскреба имеют аорму, которая похожа на движения длинных рукавов костюмов буддистов, танцующих традиционный корейский танец Seung Moo.

Интересным с архитектурной точки зрения зданием является башня ВВ1 (рис. 5), которая была спроектирована в студии «Kusus + Kusus Architekten». Эта башня высотой 31 метр находится в аэропорту Берлина и является его символом. Силуэт башни - треугольный в плане объема, как бы закрученный движением ветра. Снаружи сооружение отделано белой тентовой мембраной, натянутой на стальную раму, за счет чего создается впечатление прозрачности. В темное время суток создается невероятный эффект за счет внутренней подсветки внутри башни. Форма здания - закрученная коническая трехгранная коробчатая поверхность с базовой поверхностью в виде конуса (рис. 6).

На рис. 7 показан проект нового здания Газпрома в Санкт-Петербурге, выполненный архитекторами компании «RMJM». Похожий на факел небоскреб высотой 403 метра, должен стать самым высоким и грандиозным зданием в Европе. Аналитическая поверхность, соответствующая форме здания – коническая закрученная многогранная коробчатая поверхность (рис. 8).



Рис. 7

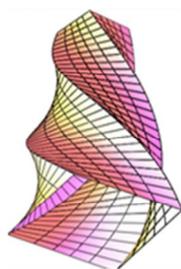


Рис. 8



Рис. 9

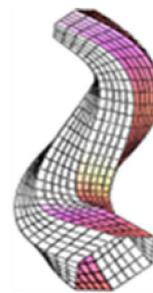


Рис. 10

[<http://architecturas.com>]

[<http://www.nuinu.su>]

Архитектурный проект, претендующий на звание нового чуда света, планируют построить в Дубае (ОАЭ) (рис. 9). Это будет комплекс из 4 башен от 54 до 97 этажей, напоминающих по своей форме пламя горящей свечи. Проект разработан архитектурным бюро Thompson, Ventulett, Stainback & Associates. Для описания формы зданий, составляющих комплекс, хорошо подходит многогранная закрученная коробчатая поверхность с изменяющимся радиусом образующей окружности базовой поверхности и линией центров образующих окружностей в виде синусоиды (рис. 10).

Башня «Dynamic Tower» (рис. 11) - проект итальянского архитектора Дэвида Фишера. Концепция динамичного небоскреба впервые будет воплощена в Дубае. Конструкция небоскреба представляет собой 59 уровней, независимо вращающихся вокруг своей оси за счет высотных потоков ветра, одновременно вырабатывая электроэнергию.



Рис. 11

[www.Art.Thelib.ru]

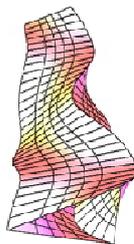


Рис. 12

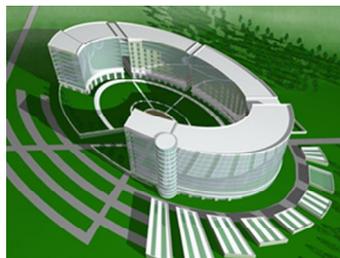


Рис. 13

[<http://arx.novosibdom.ru>]

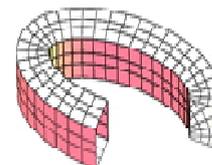


Рис. 14

Небоскреб невозможно увидеть дважды одинаковым, его форма изменчива. Уникальность здания в сочетании интересного архитектурного решения с применением альтернативных источников энергии.

На рис. 12 изображена коническая треугольная закрученная поверхность.

На рис. 13 показан проект Центра Информационных Технологий и Центра Коллективного Пользования Технопарка в Новосибирском Академгородке. Этажность и габариты зданий были определены из математических расчетов с учетом траектории движения солнца и направления господствующих ветров, что позволило оптимизировать затраты на освещение, отопление и охлаждение зданий в разное время суток и сезонов года. Форма здания соответствует закрученной четырехгранной коробчатой поверхности постоянного сечения в плоскостях пучка с линией центров в виде эллипса (рис. 14).

Архитекторы из испанской студии «Subarquitectura» считают, что архитектура циклична. Для иллюстрации этого принципа они создали панорамный дом «Casa 360°» (рис. 15, 16, 17) в виде спирали или змеи, положившей голову на свой хвост. Геометрически это здание можно описать многогранной коробчатой криволинейной поверхностью постоянного сечения с базовой циклической поверхностью «архимедова спираль» (рис. 18).



Рис. 15
[<http://www.novate.ru>]



Рис. 16
[Architector.ua]



Рис. 17
[Architector.ua]

Авторы проекта моста «Amstel Loop Iconic» (рис. 19) в центре Амстердама – специалисты из архитектурной студии Evgeni Leonov Architects. Мост, не предназначенный для движения транспортных средств, кроме велосипедов, является еще и арт-объектом. Стальные крытые фермы, скрученные в «петлю», защищают прохожих и велосипедистов от ветра, снега и дождя. Основным преимуществом данного проекта стала смотровая площадка, расположенная на вершине «петли», и открывающая отдыхающим живописный вид.

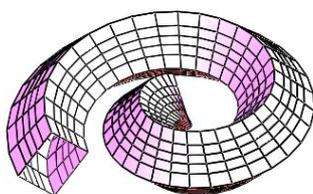


Рис. 18



Рис. 19
[<http://www.novate.ru>]



Рис. 20
[<http://www.archworlds.com>]

Проект набережной в г. Санкт-Петербург (City of St. Petersburg), штат Флорида, США, представленный датской студией архитектуры и дизайна «BIG architects» (Bjarke Ingels Group), победил в конкурсе международного дизайна. Этот проект состоит из трех частей: The Wave - скульптурное здание в виде кольца, в котором имеются торговые предприятия, рестораны, бары и театры (рис. 20); Tributary park предлагает аренду каноев, площадку для пикника и ботанический сад, Wave walk - причал для яхт, а также бассейн.

Датская архитектурная компания «Bjarke Ingels Group» представила свой проект здания «Walter» (рис. 21), которое будет расположено в Праге. Здание общей площадью 32000 кв.м. состоит из четырех башен, соединенных в одно строение в виде буквы W. В нем будут расположены не только офисы, но и жилые квартиры, вид из которых будет открываться на весь город. Форма каждой башни соответствует четырехгранной коробчатой поверхности постоянного сечения с линией центров образующих окружностей в виде синусоиды (рис. 22).



Рис. 21

[<http://www.novate.ru>]

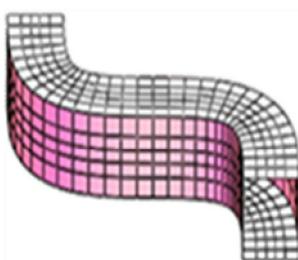


Рис. 22



Рис. 23

[<http://www.novate.ru>]

Поверхностью, изображенной на рис. 22, можно описать форму здания, изображенного на рис. 23. Это строящийся в Южной Корее удивительный музей доисторического времени «Jeongok prehistory museum», который расположится в месте одной из стоянок древних людей в провинции Кенгидо. Авторы проекта - французская архитектурная студия «X-Tu architects». Здание музея представляет собой вытянутый объем, похожий на огромную блестящую трубу. Такая форма была выбрана для того, чтобы получить необходимое для музея количество полезной площади, но при этом здание гармонично вписывается в окружающую его местность.

Хавьер Сеносиан, автор знаменитого дома «Наутилус», построенного в форме раковины, создал еще более уникальный архитектурный проект. Это необычный жилой комплекс «Гнездо Кетцалькоатля» (рис. 24, а; 24, б; 24, в) в виде четырехгранной коробчатой поверхности. Этот проект был назван в честь ацтекского пернатого змея-бога обучения и знаний.



Рис. 24

[<http://www.fresher.ru>]

Так как «Гнездо Кетцалькоатля» расположено на неровном участке земли, покрытом дубами, и на котором имеется множество пещер, его строительство вызвало много трудностей, особенно имея в виду, что архитектор не имел права нарушить имеющийся природный ландшафт, а также уничтожить произрастающую здесь растительность, которая покрывает 98% местности. Единственную имеющуюся плоскую площадку нужно было использовать под парковку. В таких условиях Сеносиан нашел великолепный способ использовать ущелья и придумал змеобразную форму для дома. Хотя «Гнездо

Кетцалькоатля» выглядит как образец эксцентричной архитектуры, оно является жилым домом.



Рис. 25
[<http://www.novate.ru>]

К той или иной разновидности коробчатых поверхностей также относятся рассмотренные ниже другие, не менее впечатляющие архитектурные объекты. В ОАЭ в районе пляжа Marina Beach строится шедевр от архитектурной компании Орпенгейм - жилой комплекс из двух зданий, почти сходящихся в верхних своих точках, под которым скрывается зеленый сад (рис. 25). Внешние стены этого жилого комплекса будут не сплошными, а ступенчатыми, и у каждой из квартир будет собственная зеленая терраса. Это решение позволит квартирам лучше проветриваться морским бризом. Датская компания BIG представила проект павильона для временных выставок Квебекского Национального Музея изящных искусств (рис. 26). Проект предусматривает создание корпуса, внешне напоминающего две коробки, наполовину зарытые в землю под углом 30 - 35°. Остекленные вертикальные стены зданий будут обеспечивать хорошее освещение для экспозиции музея.

Китайский иероглиф "REN" означает «для людей», и по виду напоминает букву "Л". В Шанхае ведется строительство небоскрёба в виде этого иероглифа (рис. 27, 28). Сооружение задумано как два здания, сливающиеся в одну конструкцию. Первое здание «вы-



Рис. 26
<http://www.novate.ru>

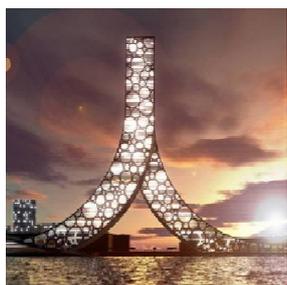


Рис. 27
[<http://www.rdh.ru>]

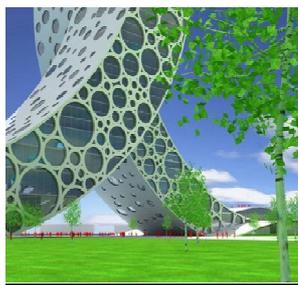


Рис. 28
[<http://www.rdh.ru>]



Рис. 29
[<http://www.contemporist.com>]

ныривает» из воды, а второе «вырастает» из земли. Авторы - архитекторы компании Bjarke Ingels Group (BIG) (Копенгаген).

На рис. 29 показан частный жилой дом Villa San Valentino, построенный по проекту австрийского архитектора Стефана Унгера в Мерано-Альто-Адидже (Италия).

Необычный дом спиральной формы (рис. 30) построила в Цюрихе швейцарская компания «Samenzind Evolution Architecture». Интерьер этого дома показан на рис. 31. Этот дом эффектно выглядит не только снаружи, но и изнутри. Геометрическая форма



Рис. 30
[<http://architecturas.com/>]



Рис. 31
[<http://architecturas.com/>]

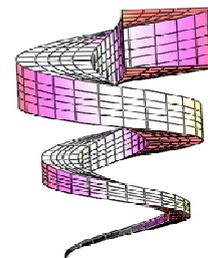


Рис. 32

здания схожа с винтовой коробчатой четырехгранной поверхностью, изображенной на рис. 32.

Аналогичной поверхностью описывается форма часовни (рис. 33, а; 33, б) на Площади Благодарения (Thanksgiving Square) в Далласе (США).

Выше были рассмотрены некоторые виды многогранных коробчатых поверхностей, а также продемонстрированы возможности применения тех или иных коробчатых многогранных поверхностей в архитектуре. Другие типы коробчатых поверхностей, несомненно, также интересны для архитекторов

В статье делается попытка в очередной раз привлечь внимание архитекторов к аналитической геометрии [2]. Применение аналитических поверхностей в архитектуре поможет архитекторам достичь еще большей гармонии в своих творениях [3-5].

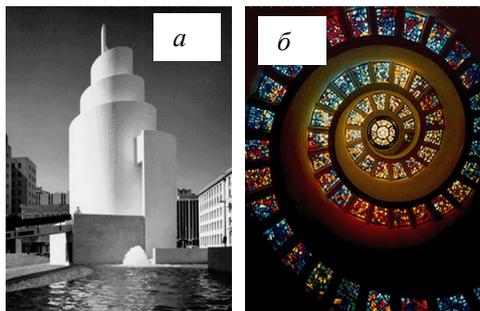


Рис. 33

[<http://www.thegorgeousdaily.com>]

Л и т е р а т у р а

1. Иванов В.Н. Геометрия и формообразование многогранных коробчатых криволинейных поверхностей на базовой циклической поверхности// *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. – 2012. – №2. – С. 3-11.
2. Krivoshapko S.N., Shambina S.L. Design of developable surfaces and the application of thin-walled developable structures// *Serbian architectural journal (SAJ)*. – 2012. – Vol. 4. – No 3. – PP. 298 – 317.
3. Christian A. Bock Hyeng, Emmanuel B. Yamb. Application of Cyclic Shells in Architecture, Machine Design, and Bionics // *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. – Vol. 2, Issue. 3. – May-June 2012. – P. 799 – 806.
4. Кривошапко С.Н., Иванов В.Н. Энциклопедия аналитических поверхностей. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 560 с.
5. Мамиева И.А. Аналитические поверхности в архитектуре Москвы// *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. – 2013. – № 4. – С. 9-15.

R e f e r e n c e s

1. Ivanov, V.N. (2012). Geometry and forming of polygonal box curvilinear surfaces on a basic cyclic surface, *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, No. 2, pp. 3-11.
2. Krivoshapko, S.N., Shambina, S.L. (2012). Design of developable surfaces and the application of thin-walled developable structures, *Serbian architectural journal (SAJ)*, Vol. 4, No 3, pp. 298 – 317.
3. Hyeng, Christian A. Bock and Yamb. Emmanuel B. (2012). Application of Cyclic Shells in Architecture, Machine Design, and Bionics, *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, Vol. 2, Issue. 3, May-June 2012, pp. 799 – 806.
4. Krivoshapko, S.N., Ivanov, V.N. (2010). *Encyclopedia of Analytical Surfaces*, Moscow: “LIBROKOM”, 560 p.
5. Mamieva, I.A. (2013). Analytical surfaces in the architecture of Moscow, *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, No. 4, pp. 9-15.

POLYHEDRONIC BOX TYPE SURFACES AND THEIR APPLICATION TO ARCHITECTURE

Shambina S.L.

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

The article studies different types of so-called «box type» surfaces with cross sections in the form of a polyhedron, and also presents examples and perspectives of their use in modern architecture.

KEY WORDS: box type surfaces, cyclic surfaces, polyhedrons, generating circle, architecture, forming.