

Многопоясные тросовые системы — перспективная технология для строительства уникальных зданий и сооружений

Е.А. Сериков, В.А. Забейворота

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Современные жители крупных мегаполисов сталкиваются с рядом проблем, связанных с уплотнением городской застройки. В статье в ходе исследования современных методов строительства выявляется технология, позволяющая решить данную проблему.

Ключевые слова: город под куполом; атриум; вантовое сооружение; большепролетное покрытие; многопоясная тросовая система; уникальные здания и сооружения; зеленое строительство.

В эпоху глобализации растут темпы формирования сконцентрированного проживания людей в отдельных точках пространства. Наше общество начинает осознавать пагубность этого процесса, но городская архитектура продолжает следовать по пути создания высотных проектов и уплотнения городской застройки. Решение этой проблемы кроется в возведении «городов под куполом».

В условиях быстрого технологического прогресса реализация подобных проектов становится возможной.

Устойчивое строительство – это экологичное строительство, в его круг входит множество задач: экологических, градостроительных, архитектурных, строительных, экономических и социальных [1].

Со второй половины XX века строительная индустрия в СССР, США и некоторых других странах уже серьезно работала над возможностью обеспечить защиту своих городов большими светопрозрачными куполами от: опасных явлений природы, излишнего уровня солнечного излучения и других, пагубных для человека воздействий внешней среды. За последние годы к списку факторов можно добавить: непредсказуемые изменения климата на планете, загрязнение окружающей среды, а также желание людей снизить высокую энергозатратность жизнедеятельности.

Изначально повсеместно применяли металлоконструкции. Со временем стало понятно, что они приносят много проблем при строительстве большепролетных атриумов, так как сложны, громоздки, металлоёмки, а, значит, дороги [2].

В 2012 году российскими инженерами была разработана концепция строительства большепролетных светопрозрачных зданий и сооружений с использованием многопоясных тросовых систем [3]. В основе идеи заложены известные принципы вантовых конструкций. Применение вантовых конструкций наиболее ярко отражено в основе самого большого шатра в мире: «Хан Шатыр», построенного в столице Казахстана, г. Астане. (Английский архитектор Норман Фостер).

Это архитектурное сооружение сделано из прозрачного материала, подвешенного на сети вант, прикрепленных к шпильке высотой 150 метров. Сооружение обладает 200 метровым эллиптическим основанием, а его общая площадь составляет 140 тысяч квадратных метров. Под шатром расположен семейный парк, площадью большей, чем 10 футбольных стадионов, торговая-развлекательная площадка с мощёными улицами, река, по которой можно кататься на лодках, шопинг центр, площадка для минигольфа и искусственный песчаный пляж. Площадь покрытия (20 тыс. кв. м.) выполнена из светопрозрачных «подушек» ETFE (сополимер тетрафторэтилена и этилена). ETFE был разработан, чтобы сохранять высокую устойчивость к коррозии и силу по широкому диапазону температуры, ему присущи свойства характерные для фторполимеров [4]. Данное покрытие в 100 раз легче стекла, не горюче, принимает любую нужную форму. ETFE пропускает внутрь солнечный свет, который вместе с искусственными системами подогрева и охлаждения воздуха, поддерживает комфортную температуру внутри шатра – от 15 до 30 градусов, в то время как на улице температура варьирует от -35 до 35 градусов. Плёнка была

подвергнута 16000-часовому ускоренному испытанию на устойчивость к атмосферному воздействию (приравнивается к более чем 30-летнему использованию) и не проявила признаков износа [5].

Чтобы зимой не образовывался конденсат, три полупрозрачных слоя ETFE покрытия обдуваются тёплым воздухом. Летом тонировка самого внешнего слоя защищает центр от яркого солнца. Кондиционирование воздуха обеспечивается благодаря внутренним соплам и воздушным закрылкам на вершине тента [6].

Но висячие вантовые конструкции имеют ряд недостатков: не обеспечен нужный уклон кровли здания, что создаёт дополнительные трудности с отводом атмосферных осадков с покрытия. Кроме этого, создавая очень значительные горизонтальные нагрузки в высоких опорах, вантовые конструкции вынуждают строителей решать эту проблему дополнительными финансовыми вложениями в мощные контрфорсы для этих нагрузок. Но самым основным недостатком висячих конструкций является их большая деформативность под действием местных нагрузок [7].

Благодаря технологии многопоясных тросовых систем удалось преодолеть перечисленные недостатки большепролетных вантовых покрытий.

Достаточно представить конструкцию большепролетного покрытия, перекрывающую пролёт между двумя высотными зданиями, под которой натягивают высокопрочные стальные тросы в несколько поясов от одного здания до другого. Между поясами получившейся системы устанавливают распорные стойки, а между соседними тросами во всех поясах тросовой системы – распорки и/либо растяжки. Так получается двояковыпуклая многопоясная тросовая система.

Благодаря такой конструкции это покрытие будет способно воспринимать дополнительные нагрузки. Неизменяемость под действием

всех расчётных нагрузок достигается догрузением на требуемую величину с помощью оттяжек-пригрузов, прикрепленных к фундаменту.

Преимущества многопоясных тросовых систем в сравнении с современными техническими решениями очевидны: значительная прочность и надежность, превосходная несущая способность, легкость конструкций, возможность перекрывать существенно большие пролеты (250-300 м. и более), лучшая светопропускная способность покрытия, в несколько раз меньшая металлоемкость конструкций и, как следствие, относительно невысокая стоимость покрытия.

Надо отметить, что данная технология позволяет строить самые разнообразные по объему, форме и назначению сооружения. Это могут быть: невиданные по размерам ангары, крытые футбольные стадионы, жилые кварталы под светопрозрачной оболочкой, стеклянные пирамиды и купола высотой до 500 м.

Эффектным и оптимальным первоначальным вариантом для квартальной функциональной застройки может послужить правильная четырехугольная пирамида высотой 200 м. и размерами основания 300x300 м.

В таком «городе под куполом» разумно иметь лишь 320-450 тыс.кв.м полезных площадей (надземных), занятых под коммерческую и/или жилую недвижимость и расположенных, в основном, в опорных зданиях этого светопрозрачного комплекса. Остальной объем сооружения (более 4,0 млн. куб.м.) – это многофункциональные атриумы.

Многопоясные тросовые системы, перекрывающие пролет между опорными сооружениями, наклонены за счет разницы высот и являются основой для размещения поверх них светопрозрачного покрытия, выполненного с возможностью раздвигаться или открываться. Оттяжки-пригрузки обеспечат тросовому покрытию необходимую жесткость и

устойчивость к восприятию всех расчётных нагрузок. Многопоясные тросовые покрытия стадионов - простая и надежная конструкция светопрозрачного покрытия, которая может обеспечивать лучшую инсоляцию арены, чем на крытых стадионах.

Благодаря созданию таких городов появится возможность освоения и разработки перспективных районов, что ранее было затруднено из-за климата.

В жарком климате защитные светопрозрачные сооружения за счёт солнечных батарей будут обеспечены необходимой для сооружения электроэнергией. Специальные системы затенения, светоотражения позволят экономить значительные энергоресурсы на кондиционировании воздуха. А районы крайнего севера и Сибири станут оазисами комфортного микроклимата, цветущими вечнозелеными садами в окружении вьюг и морозов.

Данная концепция строительства сделает наши города экологически благоприятными. На смену автомобилям придут миниэлектромобили, велосипеды, движущиеся дорожки, наклонные лифты или другие виды внутреннего транспорта. Улицам вернется их былая актуальность и востребованность, как вновь созданное привлекательное во многих отношениях общественное пространство.

Большепролетное светопрозрачное покрытие позволит объединить под одной крышей жилые, детские, образовательные, офисные, научные, торговые, спортивные и др. помещения, учреждения и здания, построенных за пределами крупных городов. Это предоставит новые рабочие места для населения мегаполисов и снизит чрезмерную плотность населения на небольших территориях этих городов.

Нельзя обойти стороной взаимопроникновение природы и человека. С одной стороны, архитектура будет неизбежно проникать в природу, а с

другой - и сама природа начнёт активно проникать внутрь огромных рукотворных светопрозрачных пространств. Живая природа, занимая специально подготовленное для неё место, будет создавать целые экосистемы, сможет качественно наполнить собой архитектурные объекты будущего.

В ходе исследования данного вопроса помимо положительных особенностей были также выявлены недостатки и проблемы, которые затрудняют реализацию данной концепции строительства. Это, в первую очередь, высокая сложность строительства, что влечет за собой создание необходимых новых производственных мощностей, строительных материалов и оборудования. Явно ощутима нехватка специалистов в области строительства подобных уникальных сооружений [9].

Безусловно, что за этими сооружениями будущее. Ожидаемый сингулярный скачок в развитии технологий и экономики повысит стремление к созданию экосистем-городов с притягательной комфортностью среды обитания. Весь мировой исторический опыт последних десятилетий приводит к этому выводу.

Литература

1. А.Н. Тетиор: уч. Пособие для студ. высш. уч. Заведений Архитектурно-строительная экология. М.-Изд. «Академия» – 368 с.
2. Алексеев С.П. Атриумные здания и сооружения // Деловой Петербург: сетевой журнал. 2012. URL: blog.dp.ru/post/4003/ (дата обращения: 20.02.2016)
3. Пат.016435 – Защитное сооружение с большепролетным светопрозрачным покрытием – 2012 г.
4. «STUDIO V Bets on a Curving Lattice Porte-Cochere in Yonkers». Archpaper.com. Architect's Newspaper. Retrieved 19 January 2014.

5. «New roof will help save jungle exhibit at Sedgwick County Zoo». Wichita Eagle. Retrieved 20 August 2014.
6. Хан Шатыр в Казахстане – самый высокий шатер в мире // Интересные новости: сетевой журн. 2014. URL: funpress.ru/travel/663-han-shatyr-v-kazahstane-samyu-vysokiy-shater-v-mire.html (дата обращения: 10.03.2016)
7. Федулов В.К., Суладзе М.Д., Артемова Л.Ю. Вантовые покрытия. - М.: МАДИ, 2014. С.4.
8. «Повестка дня на XXI век» - Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 1992 г. С.12,13.
9. Шумейко В.И., Кудинов О.А. Об особенностях проектирования уникальных, большепролетных и высотных зданий и сооружений// Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2164
10. Пименова Е.В., Шумейко В.И. Трансформация в архитектуре уникальных общественных зданий// Инженерный вестник Дона, 2016, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3939

References

1. A.N. Tetior: uch. Posobie dlja stud. vyssh. uch. Zavedenij. Arhitekturno-stroitel'naja jekologija. M. Izd. «Akademija», 368 pp. [Tutorial for students of higher educational institutions. Architectural and construction ecology].
 2. Alekseev S.P. Delovoj Peterburg: setevoj zhurnal. 2012. URL: blog.dp.ru/post/4003/ (data obrashhenija: 20.02.2016).
[Alekseev S.P. Delovoj Peterburg: network magazine. 2012. URL: blog.dp.ru/post/4003/ (reference date: 20.02.2016)]
 3. Pat.016435. Zashhitnoe sooruzhenie s bol'sheproletnym svetoprozrachnym pokrytiem, 2012 g.; [Pat.016435. Protective structure with a large-span translucent coating].
-



4. «STUDIO V Bets on a Curving Lattice Porte-Cochere in Yonkers». Archpaper.com. Architect's Newspaper. Retrieved 19 January 2014.
5. «New roof will help save jungle exhibit at Sedgwick County Zoo». Wichita Eagle. Retrieved 20 August 2014.
6. Interesnye novosti: setevoy zhurn. 2014. URL: funpress.ru/travel/663-han-shatyr-v-kazahstane-samy-vysokiy-shater-v-mire.html (data obrashheniya: 10.03.2016)
7. Fedulov V.K., Suladze M.D., Artemova L.Ju. Vantovye pokrytija. M.: MADI, 2014. pp.4. [Bathing coverings.]
8. «Povestka dnja na XXI vek». Konferencija OON po okruzhajushhej srede i razvitiju, Rio-de-Zhanejro, 1992 g. pp 12, 13.
9. Shumejko V.I., Kudinov O.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2164
10. Pimenova E.V., Shumejko V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3939