УДК 721.01
Скопенко В. А.

Тентовая архитектура: «оригинальный» эпилог

Статья посвящена использованию средств экономичной и эстетически-выразительной тентовой архитектуры в оригинальных мембранных сооружениях. Тентовая архитектура становится актуальной благодаря возможности создания оригинальных пространств. Автор приводит классификацию особенностей тентовой архитектуры по различным признакам. На примерах архитектурной практики предлагается полнее использовать оригинальные возможности тентовой архитектуры в России.

Ключевые слова: *тентовая архитектура, формообразование, ПВХ-ткань, оригинальные мембранные структуры, интеграция.*

SKOPENKO V. A.
AWNING ARCHITECTURE: «ORIGINAL» EPILOGUE

The article is devoted to use of economic and aesthetical-expressive awning in original constructions. The awning architecture becomes actual to possibility of original spaces. The author results classification of features of awning architecture by various sings. Based on examples of architectural practice opportunities of wider usage of awning architecture in Russia are suggested.

Keywords: *awning architecture, forming of structures, PVC-tent, original membrane structures, integration.*



Скопенко Виктор Александрович

архитектор,
ООО «Тентпроект» (Набережные Челны),
зам. директора по маркетингу
E-mail: iac_razvitie@mail.ru

Тентовая архитектура. Что это такое? «Экзотика», имеющая возможность появиться только за рубежом, или проверенная тысячелетиями реальность, в том числе и отечественного происхождения? Для того чтобы заполнить определенный информационный вакуум на тему тентовой архитектуры, в трех предыдущих номерах журнала 2010 г. были изучены: ее история, нынешнее состояние и дальнейшее развитие, а также освещены особенности применения в спорте и промышленности. Завершая эту тему, посмотрим на оригинальные возможности тентовой архитектуры.

Вершиной проявления оригинальных возможностей тентовой архитектуры являются мембранные конструкции. Они являются первыми вестниками, наглядно показывающими, как можно по-новому реализовать повседневные строительные решения. Мембранные структуры, где бы они ни устанавливались, могут выступать и центром, и основой, и просто эффектным акцентом любой архитектурной композиции – область применения ограничивается только воображением проектировщика. Мембранные объекты являются очень модным и современным видом строительных конструкций по всему миру и теперь постепенно появляются и у нас, в России. Архитектурные мембранные конструкции становятся выгодной и эстетически очень привлекательной возможностью для архитекторов и дизайнеров обогатить свою идею.

Расширение сферы использования тентовых сооружений в зарубежной архитектуре объясняется изменением отношения заказчиков, архитекторов, потребителей к этому типу покрытий – теперь тентовые сооружения не рассматриваются только как технические объекты, используемые ограниченное время, а потом демонтируемые, но воспринимаются как полноценные архитектурные сооружения, обладающие архитектурно-художественными качествами и возможностью долговременной эксплуатации.

По мнению А. А. Хайруллина, одного из российских архитекторов, специализирующегося в проектировании тентовых сооружений, «у нас в стране применение тентовых конструкций сдерживалось из-за несоответствия отечественных тентовых материалов высоким требованиям, предъявляемым данным типам сооружений, таким как разнообразие цветовой гаммы, светостойкости, прочности и долговечности» [1].

В настоящее время в мире различными видами тентовых покрытий (стационарных, временных, трансформируемых, транспортируемых и пр.), строительство которых вызывается насущными потребностями общества, ежегодно перекрывается площадь, равная небольшому государству. При этом функциональным особенностям тентовых сооружений одного типа может соответствовать несколько различных конструктивных схем, например, спортивных сооружений, или, наоборот, одна конструктивная система может применяться в зданиях с различным функциональным назначением. Приме-

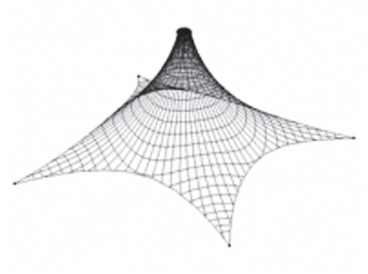


Рисунок 1. Конусная форма

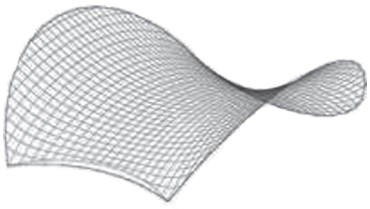


Рисунок 2. Седловидная форма

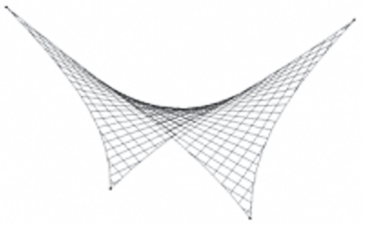


Рисунок 3. Гиперболическая форма



Ил. 1. Отель Burj Al Arab, Дубай, ОАЭ

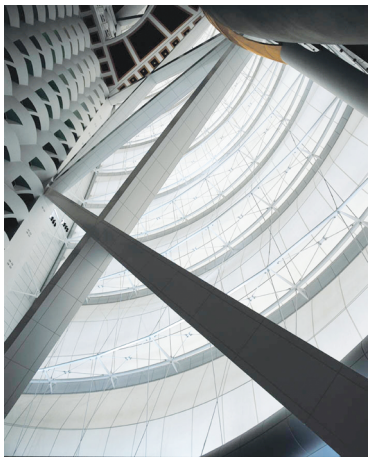
няемые современным высокоразвитым технологическим сообществом типы сооружений все активнее осваиваются тентовой архитектурой. Более того, тентовая архитектура дала возможность формирования новых типов объектов (таких, например, как гигантские покрытия оранжерей, ботанических садов и пр.). Тем самым пример тентовых сооружений показывает, что архитектор становится ведущим в созидании оптимальной системно организованной среды любого размера – от масштаба индивидуального жилища до регионального расселения.

В архитектуре конца XX в. благодаря высоким технологиям одновременно выступили заново «открытые» металл, стекло и тентовые покрытия, в сочетании дающие новое качество утонченности и изящества форм, удивительной легкости перекрытия. В тентовой архитектуре, в которой подчас используется формообразование на основе природных форм, ярко проявилась архитектурная бионика с ее переходами симметричных геометрических форм в органические со сложными криволинейными очертаниями пространств.

Как одно из направлений архитектуры высоких технологий, мембранные структуры в настоящее время заняли свое самостоятельное место и претендуют на то, чтобы стать ее вершиной. Во всяком случае, уже сейчас они, как никакие другие, являются формой освоения высоких технологий, позволяющей получать оригинальные индивидуальные решения. Применение той или иной формы мембранной структуры постоянно создает соответственно новый объект с иными внешними и внутренними пространственными параметрами. Как отмечают О. В. Мыскина и А. Казусь, «архитектурные формы, найденные при сравнительно невысоких затратах в тентовой архитектуре, могут художественно осмысливаться и в других материалах и технологиях» [2].

Тентовые сооружения обладают и иными признаками – совпадающими сроками морального износа сооружения и физического старения материала. Динамичность современной жизни другая, нежели прежде, и тентовые сооружения, отвечая этой динамичности, позволяют вводить адекватные своему времени технологические и экономические изменения.

Оригинальность архитектурного образа объектов достигается за счет специфических свойств основного конструктивного элемента – механически растянутой (напряженной) безызгибной мягкой оболочки (МО). Устойчивость геометрии обеспечивает форма поверхности отрицательной гауссовой кривизны (ОГК). Такие оболочки называются тентовыми или, сокращенно, ТО. Форму поверхности обуславливают геометрия опорного контура, условия преднапряжения и крепления к несущим конструкциям покрытия – иначе говоря, условия на контуре. Даже незначительное изменение этих условий ведет к формированию новой формы поверхности – с другими значениями площади покрытия и внутреннего объема, иными условиями механической работы. Отсюда богатый выбор форм, оригинальность тентовых сооружений, но и большая слож-



Ил. 2. Отель Burj Al Arab, Дубай, ОАЭ



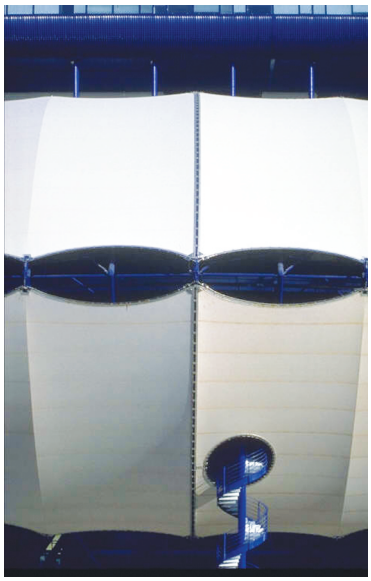
Ил. 3. Отель, Марсель, Прованс-Альпы-Лазурный Берег, Франция, 1994

ность конструкторских работ, связанных с определением исходной геометрии поверхности [3].

Освоение этих особенностей моделирования откроет основные принципы мембраностроения: построение конусной формы (купола или шатра), бочкообразной формы (седла) и, наконец, гиперболической формы (гепара).

При перекрытии больших пролетов тентовые оболочки, как правило, подкрепляются (стабилизируются) тросами (системой натяжения).

Созданием инструментов интерактивного моделирования исходной геометрии тентовых оболочек, без которых невозможно эффективное архитектурное проектирование, занимаются некоторые отечественные научно-исследовательские и проектные институты (ЛенЗНИИЭП, ЦНИИСК, Моспроект и др.), ряд вузов. Например, успешные разработки имеются на кафедре САПР Казанской государственной архитектурно-строительной академии (завкафедрой профессор Е. М. Удлер), кафедре начертательной геометрии, машинной графики и САПР Нижегородского архитектурно-строительного университета (завкафедрой профессор Е. В. Попов) и др. За рубежом таких конструкторских бюро и фирм большое количество.



Ил. 4. Отель, Марсель, Прованс-Альпы-Лазурный Берег, Франция, 1994

Для успешной реализации проектов мембранных сооружений требуется соблюдение правильной последовательности работ. На первом этапе с помощью специализированного программного обеспечения происходит математическое моделирование формы будущей оболочки. Далее моделируются нагрузки и воздействия на оболочку, проводится анализ ее «жизнеспособности». Для поиска формы и расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) мембраны и элементов гибкого каркаса используется модифицированный метод конечных элементов, допускающий получение точного решения в условиях больших перемещений и нелинейности.

Если анализ формы оболочки показал ее «жизнеспособность», наступает этап расчета кроя. Расчет кроя происходит с учетом свойств материалов и их несущей способности в каждом направлении: по основе и утку.

Завершающий этап – проверочные расчеты, включающие полный цикл исследования поведения конструкции в зависимости от различных комбинаций внешних воздействий, например, порывов ветра или повышения давления внутри оболочки для воздухоопорных конструкций. Точный расчет НДС мембраны и прочности жесткого каркаса выполняется с применением специализированных программных комплексов. В противоположность обычным структурам, окончательная форма текстильной мембраны определяется только методами физического моделирования.

В соответствии со стандартами отдельных стран сооружения из текстильных материалов должны соответствовать нормативной нагрузке по снегу и ветру. Это означает, что архитектор или дизайнер в работе над мембранной конструкцией должны проверять свои эскизные решения достаточно сложным анализом, чтобы достичь оптимального сочетания прочности конструкции и архитектурного решения в рамках проектного бюджета.

Для моделирования мембраны важно понимание того, что система, состоящая из оболочки и жесткого каркаса, является системой с распределенными параметрами. Изменение условий в любой точке системы вызывает изменение во всех остальных. Небольшие изменения формы могут вызвать значительное изменение нагрузки в отдельной точке. В этом заключена основная проблема математического моделирования подобных систем.

При расчетах мембраны стадия аэродинамического анализа является одним из важнейших этапов для выполнения условия дальнейшей безаварийной эксплуатации сооружения. Отработанная методика проведения численных исследований позволяет получить общие закономерности аэродинамического обтекания сооружения и его поведения в воздушных потоках. Полученная информация может быть использована в том числе и для оценки необходимой вентиляции внутренних объемов проектируемого объекта.

В течение всего XX в. шло стремительное развитие принципиально новых технологий строительства с использованием прогрессивных материалов и конструкций. Но только сравнительно недавно поверхности

третьего порядка, в силу своего широкого применения, стали одним из синонимов современности, стильности и оригинальности.

Наиболее распространены следующие тентовые покрытия:

- ПВХ (полиэстер, покрытый поливинилхлоридом),
- EPDM (этиленпропилендиеновый сополимер),
- PTFE (стекловолокно, покрытое политетрафторидэтиленом),
- ETFE (пленки из этилентетрафторидэтилена).

ПВХ-ткани и PTFE-пленки могут быть светоблокирующими и полупрозрачными. Также следует отметить использование полимерных сеток различного назначения пористостью от 14 % до 60 % [4].

Отдельно следует отметить использование различных присадок при производстве ПВХ-ткани. С их помощью достигаются такие свойства материала, как устойчивость к гниению и огнестойкость. Основные импортные ПВХ-ткани, используемые в России и имеющие сертификат пожарной безопасности, соответствуют требованиям, установленным в НПБ 244-97:

- группа горючести – Г1 по ГОСТу 30244-94 (слабогорючие),
- группа воспламеняемости – В2 по ГОСТу 30402-96 (умеренно воспламеняемые),
- группа распространения пламени – РП1 по ГОСТу 30444-97 (нераспространяющие).

Эти требования, в основном, совпадают с европейскими классами воспламенения по стандартам DIN4102B1 (Германия) и М2 (Франция).

Последние технологические разработки ведущего мирового производителя, FERRARI, позволяют использовать в тентовой архитектуре ограждающие материалы, удовлетворяющие еще более высоким пожарным стандартам – М1 (не поддерживающие горение) и М0 (негорючие).



Ил. 5. Торговый центр, Вена, Австрия, 2000



Ил. 6. Торговый центр, Вена, Австрия, 2000

Общепринятой классификации оригинальных тентовых структур, раскрывающей их особенности, не существует. Поэтому есть надежда, что обсуждение в профессиональной среде этой темы будет продолжено. Пока же рассмотрим одну из версий:

1 По степени герметичности пространства:
- открытые,
- закрытые.

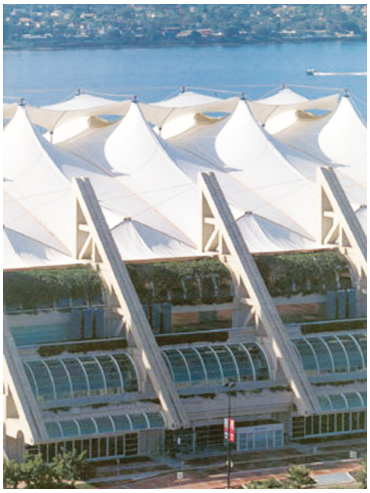
2 По наличию/отсутствию каркаса:



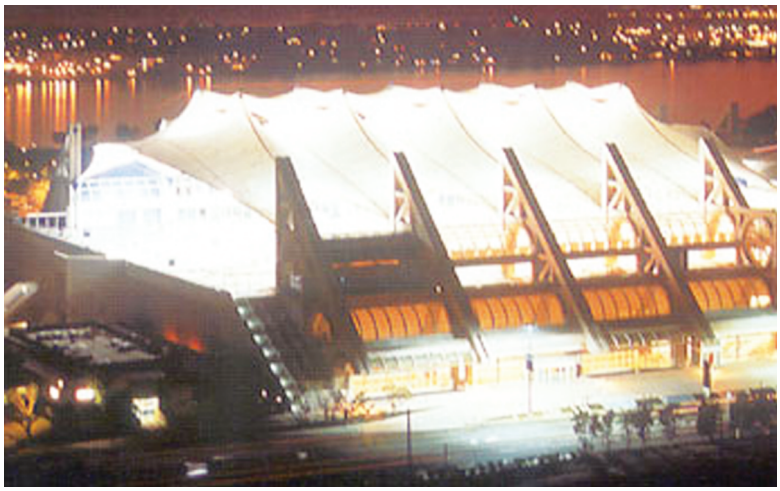
Ил. 7. Выставочный павильон Великобритании, Севилья, Испания, 1992



Ил. 8. Выставочный павильон Finmeccanca, Фарнборо, Великобритания, 2006



Ил. 9. Конгресс-центр, Сан Диего, Калифорния, США



Ил. 10. Конгресс-центр, Сан Диего, Калифорния, США

- каркасные (сталь, алюминий, дерево, бетон, композит, пневмокаркас);
- вантовые (система опор и элементов натяжения);
- бескаркасные (воздухонаполненные).

3 По степени сезонности:
- летние,
- круглогодичные.

4 По степени мобильности:
- стационарные,
- трансформируемые,
- мобильные.

5 По назначению объектов:
- гостиницы,
- торговые центры,
- выставочные центры,
- сцены зрелищных сооружений,
- конгресс-холлы,
- культовые сооружения,
- летние кинотеатры,
- игровые и танцплощадки,
- транспортные посадочные площадки и др.

6 По характеру использования:
- элементы фасада зданий,
- архитектурные мембранные навесы,
- входные порталы,
- архитектурные инсталляции,
- солнцезащитные фасадные системы,
- декоративное оформление интерьера и др.

Разумеется, в практике тентовой архитектуры встречаются и различные варианты комбинации вышеизложенной классификации, а также гармоничная интеграция тента с другими материалами (стекло, бетон, кирпич и др.) с целью создания оригинального образа сооружения и одновременно снижения его стоимости.

В зарубежной архитектуре последнего десятилетия XX в. произошло значительное расширение масштабов тентового строительства, его видоизменение и преобразование из чисто утилитарно-технического в объекты, обладающие самостоятельными архитектурно-художественными формами и образными характеристиками. В результате, в условиях свойственного современной эпохе полистилизма, наряду с хай-теком, для которого характерно применение прежде всего стекла и металла, в архитектурно-строительной практике сформировалось другое направление архитектуры высоких технологий – тентовая архитектура, имеющая свою специфику формообразования. Тентовая архитектура – это не только и не столько стилевое явление, это новый способ физического формирования и понимания архитектурно-организованного пространства.

Именно на этой основе начало XXI в. охарактеризовалось конкуренцией в борьбе за лидерство целого ряда архитектурных направлений, но особенностью тентовой архитектуры оказалось то, что она не конкурировала ни с одним из них. Высокие технологии современности дают возможность сочетать преимущества индустриальных методов строительства с индивидуализацией формы, открывая путь к символическим формам, содержательным уже на уровне структуры, к которым относятся такие объекты тентовой архитектуры, как терминал аэропорта «Кансай» (архитектор Р. Пиано), сооружения таких крупнейших мастеров тентовой архитектуры, как Н. Фостер и Н. Гримшоу, использующих ее возможности и художественные средства в развитии современной архитектуры.

В XXI в. складывается тенденция нового подхода к формообразованию в архитектуре. Мембранные структуры, в отличие от классического модернизма (функционализма), который пытался предопределить функцию, – это новое современное движение в направлении к легко видоизменяемому миру архитектуры, включающему быстровозводимые сооружения, открытые



Ил. 11. Внутренний двор Мечети Святого Пророка, Медина, Саудовская Аравия



Ил. 12. Внутренний двор Мечети Святого Пророка, Медина, Саудовская Аравия



Ил. 13. Медицинский центр Brampton, Онтарио, Канада, 2007



Ил. 14. Административное здание морского порта, Аликанте, Испания, 2003



Ил. 15. Гостиница Sellenum Twins Fulya-Be ikta, Стамбул, Турция



Ил. 16. Гостиница Sellenum Twins Fulya-Be ikta, Стамбул, Турция

к трансформации (с сохранением основной идеи сооружения) в контексте динамичного развития общества. С их внедрением появилась новая «технология» организации архитектурного пространства с богатой пластикой и активной полихромией, которая помогает архитекторам раскрыть колоссальные творческие возможности конструирования новых форм.

По мнению А. В. Коротича и М. А. Коротича, занимающихся изучением формообразования оболочек высотных зданий, «современная архитектура обладает абсолютно новым образным звучанием и специфическими художественными достоинствами. Ее выразительные возможности и формообразующие средства настолько радикально отличаются от ранее наработанных, что по своему облику она в принципе не способна стилистически увязываться с историческим окружением и поэтому будет заведомо контрастировать с ним. Весь вопрос в том, насколько выразительно или неудачно решена конкретная объемно-пластическая композиция сооружения новой архитектуры, а также насколько оптимально его градостроительное расположение в контексте общего художественного имиджа города» [5].

Мембранные покрытия, как одно из современных направлений поиска новой (нелинейной) формы крыши, каждый раз создают соответственно новые пространственные (как внутренние, так и внешние) характеристики архитектурного объекта, что чрезвычайно важно для преодоления современной гомогенной урбанистической среды. Обеспечивая богатое разнообразие форм, эти покрытия и в нашей стране не менее важны, чем другие строительные системы.

Заключение

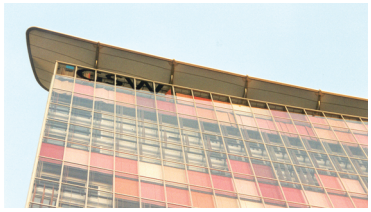
На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в России есть потенциальные возможности применения тентовых структур при проектировании оригинальных объектов – быстровозводимых, мобильных, легко трансформирующихся в соответствии с изменением функции и обладающих высокими эстетическими достоинствами. Расширяя границы функциональности и формообразования с помощью мембранных конструкций, архитекторы и дизайнеры могут создавать еще более вдохновляющие и технически совершенные комплексные архитектурные решения. Более того, конечный эффект усиливается, когда применяется специальная подсветка.

Отечественным проектировщикам и конструкторам тентовая архитектура позволяет в достаточной мере свободно экспериментировать с формой и предоставляет возможность найти свой путь в мировом архитектурном процессе [6].

Список использованной литературы

1 Хайруллин А. А. Легкие тентовые конструкции в организации городской среды // Дизайн-ревю. М., 1999. № 2.
2 Мыскина О., Казусь А. Под зонтиком. Тентовая архитектура: конструкции, форма и образ // Эволюция кровли, М., 2004. № 3. URL: http://www.krovlirussia.ru/index.php?page=cls&hid=113&pid=817
3 Удлер Е. М., Тостов Е. Проектирование тентовых оболочек // CAD master. М., 2001. № 1. С. 43–47.

4 Копий А. Мембранные покрытия в современной архитектуре // Архитектура. Строительство. Дизайн. М., 2004. № 3. URL: http://www.archjournal.ru/rus/03%2036%202004/membranpokr.html
5 Коротич М. А., Коротич А. В. Традиционные и современные формы в архитектуре : Проблема взаимодействия // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. № 2. С. 63.
6 Скопенко В. А. Тентовая архитектура: вчера, сегодня, завтра // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. № 1. С. 36.
7 Скопенко В. А. Тентовая архитектура: «индустриальные» возможности // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. № 3. С. 64.
8 Скопенко В. А. Тентовая архитектура: «спортивные возможности // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. № 2. С. 56.



Ил. 17. Административное здание GSW , Берлин, Германия, 2000



Ил. 18. Административное здание GSW , Берлин, Германия, 2000



Ил. 19. Административное здание GSW, Берлин, Германия, 2000