

## ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

*В.С. Семенов, Р. Акбаралиев*

---

Предложена основанная на принципах перемещения в пространстве классификация трансформируемых конструкций покрытий.

*Ключевые слова:* трансформируемые конструкции; покрытия; классификация.

В последние годы конструкции, способные к изменению своей геометрической формы и первоначального положения, стали все шире применяться в архитектуре. В предшествующий

период их можно было увидеть разве что в космической или военной отраслях (солнечные батареи и антенны искусственных спутников, самораскрывающиеся спасательные плоты и пр.).

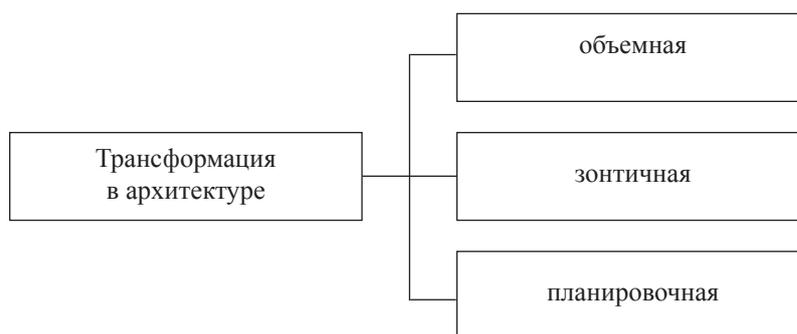


Рис. 1. Принципы трансформации в архитектуре.

Осознание того, что меняющиеся форма и объем могут стать элементами архитектурного приема, пришло, пожалуй, только в самом конце XX века.

Принципиальных схем трансформации достаточно много. Первая – трансформация объема путем его расчленения на несколько составных частей. При этой схеме составные части трансформируемого объема отделяются друг от друга с помощью специальных конструктивных элементов, которые приводятся в движение различными механизмами, но общая форма остается неизменной. Примерами такой трансформации являются помещения с раздвижными и складными перегородками (выставочные залы, административные помещения офисов и т.д.).

Вторая схема – трансформация планировочная. В этой схеме при неизменном объеме меняется планировка помещения. Конструкции, с помощью которых можно осуществить такую трансформацию, тоже хорошо известны. Это трансформируемые (выдвигающиеся или складывающиеся) трибуны спортивных и концертных залов, сценические и спортивные площадки и т.д.

И, наконец, третий тип трансформации – изменение формы эксплуатируемого пространства. Осуществляется этот тип трансформации путем изменения положения основных несущих конструкций (или их частей), образующих первоначальную форму здания или сооружения. Примерами такой трансформации, которую можно назвать “зонтчатой”, служат раздвижные покрытия или стены спортивных и выставочных комплексов, сооружений космической связи и т.п. (рис. 1).

Какие же цели преследует трансформация? Во-первых, и это, пожалуй, главное, – трансформация расширяет функциональные возможности сооружений, повышает их комфортность и рен-

табельность. Раздвижка стен и потолков залов в теплое время года позволяет увеличить (или наоборот уменьшить) площадь помещения, обеспечить его лучшую аэрацию и инсоляцию, снизить расходы на освещение и вентиляцию.

Во-вторых, трансформация позволяет архитекторам создавать “динамичные” (изменяющие свои размеры и форму) объекты. Не случайно в последние годы все громче заявляет о себе новое направление в архитектуре получившее название “динамическое”, т.е. меняющееся, развивающееся, находящееся в движении.

Теперь о принципах классификации трансформируемых конструкций (рис. 2).

В качестве критерия, позволяющего разделить все трансформируемые конструкции на отдельные типы, предлагается принцип, описывающий механизм их перемещения в пространстве. По этому принципу трансформируемые конструкции можно разделить на следующие группы:

- перемещающиеся в пространстве поступательно по прямолинейным или криволинейным направляющим;
- перемещающиеся в пространстве путем поворота вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси;
- перемещающиеся путем разворачивания (складывания).

Для наглядности, положенные в основу классификации механизмы перемещения покрытий показаны на рисунках предлагаемой таблицы.

При первом и втором механизме перемещения форма трансформируемого элемента может оставаться неизменной. При складывании (разворачивании) происходит изменение формы конструкции при одновременном поступательном движении или повороте.

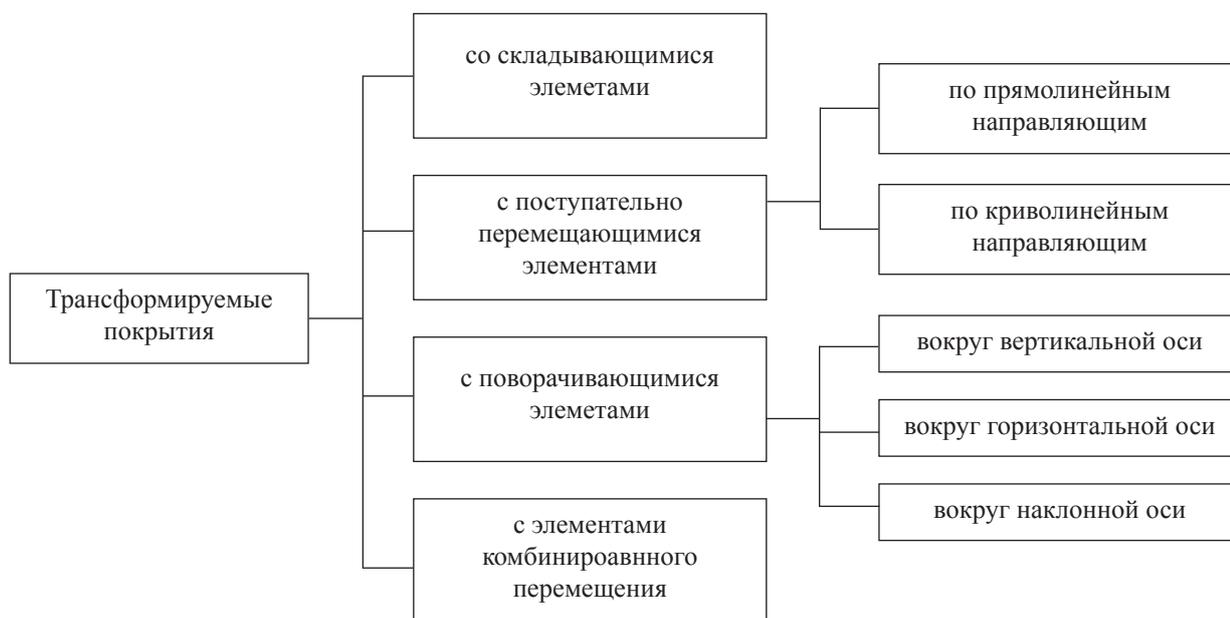


Рис. 2. Классификация трансформируемых покрытий.

### Примеры трансформируемых покрытий в современной архитектуре

Во Франции создана типовая конструкция крытого спортивного комплекса “Туронесоль”, принятого для строительства в городских районах с населением от 5 до 15 тыс. жителей. Одним из зданий этого комплекса был бассейн в Нанси близ Парижа. Круглое в плане сооружение диаметром 34 м перекрыто куполом со стрелой подъема 6 м, имеющим форму эллипсоида вращения (рис. 3).

Купол состоит из неподвижной и подвижной частей. Подвижная часть, соответствующая центральному углу  $120^\circ$ , представляет собой две раздвижные створки, перемещаемые по концентрической поверхности над покрытием. В солнечное время дня створки раздвигаются в противоположные стороны, обеспечивая естественное освещение и инсоляцию бассейна. Несущими конструкциями покрытия служат стальные арочные ребра, сходящиеся в стальном замковом элементе. Каждое арочное ребро включает два криволинейных пояса и объединяющую их треугольную решетку. В уровне земли ребра опираются на кольцевой фундамент. Ограждающая часть покрытия выполнена из трехслойных панелей толщиной 40 мм с обшивками из стеклопластика и средним слоем из фенольного пенопласта [1].

В качестве примера трансформации путем поступательного перемещения по криволиней-

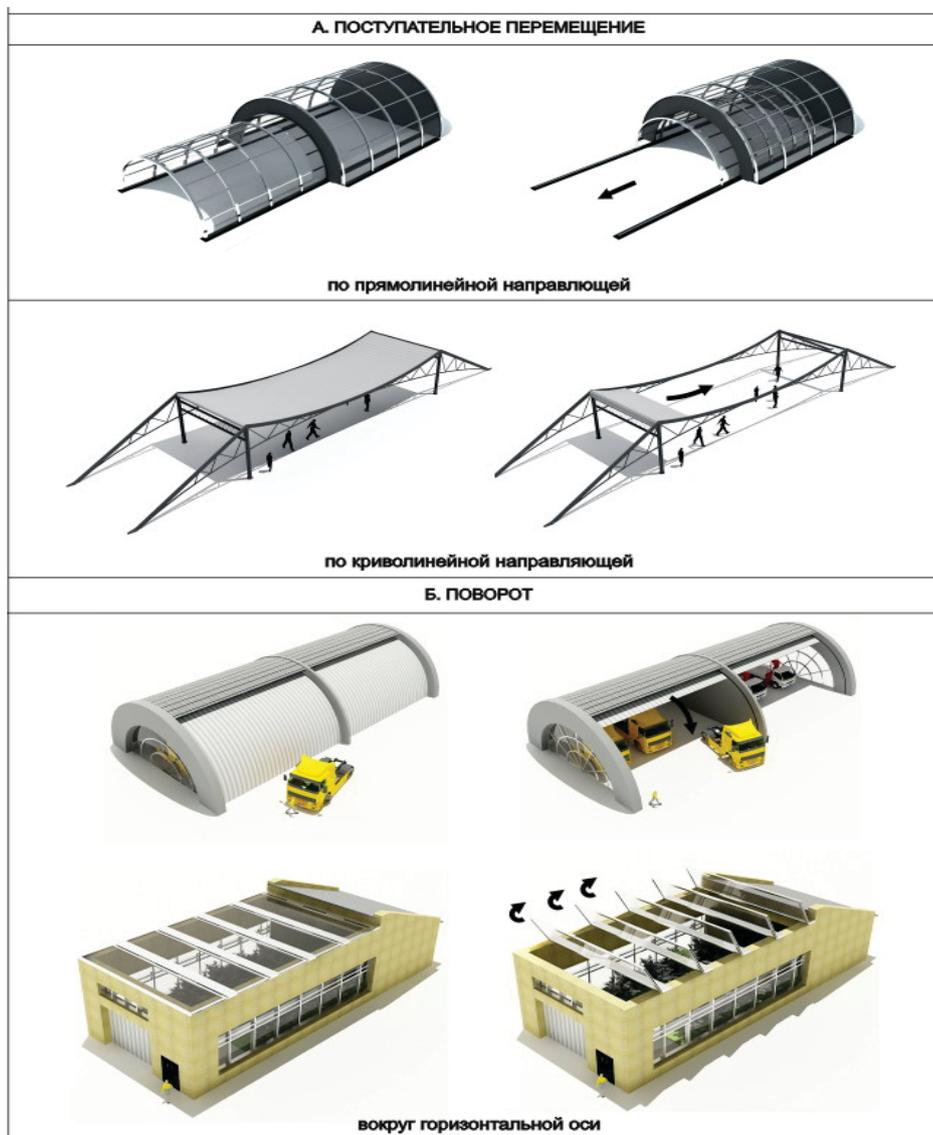
ным направляющим можно привести покрытие футбольного стадиона “Arizona Cardinals” (США), вмещающего 63 тыс. зрителей (рис. 4) [2].

Пологая оболочка покрытия, перекрывающая футбольное поле размером  $240 \times 360$  футов ( $73 \times 110$  м), имеет в средней части две раздвижные панели размером  $180 \times 240$  футов ( $55 \times 75$  м), которые с помощью гидравлической системы, управляемой компьютером, в хорошую погоду открывают игровое поле в течение 12 минут.

Примером комбинированного способа трансформации может служить покрытие теннисного корта в Мюнхене (ФРГ). Покрытие центрального корта теннисного стадиона представляет собой тентовую оболочку, прикрепленную к замкнутому опорному контуру. Стабилизация формы оболочки обеспечивается системой распорок и оттяжек (рис. 5). Средняя часть покрытия выполнена в виде радиальной вантовой системы со смещенным центром, в котором размещена сложенная тканевая оболочка, изготовленная из специального светопрозрачного материала [3].

При хорошей погоде эта оболочка находится в сложенном состоянии, а при изменении погодных условий (дождь, снег, ветер) она с помощью специальных механизмов раскрывается над игровой зоной корта и трибунами для зрителей. Направляющими для такого способа трансформации служат верхние пояса вантовой системы.

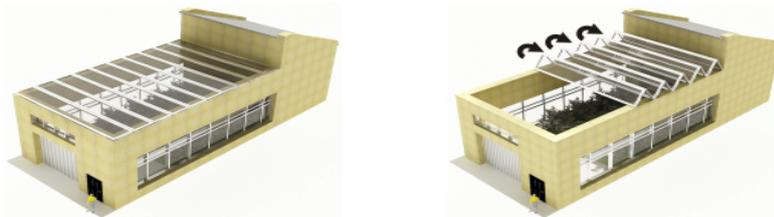
Основные механизмы трансформации покрытий зданий



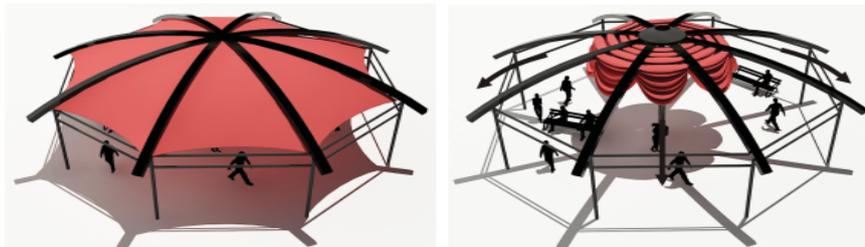


вокруг вертикальной оси

**В. СКЛАДЫВАНИЕ + ПЕРЕМЕЩЕНИЕ**



складывание и перемещение по прямолинейной направляющей



складывание и перемещение по криволинейной направляющей



Рис. 3. Трансформируемое покрытие бассейна (Франция)



а

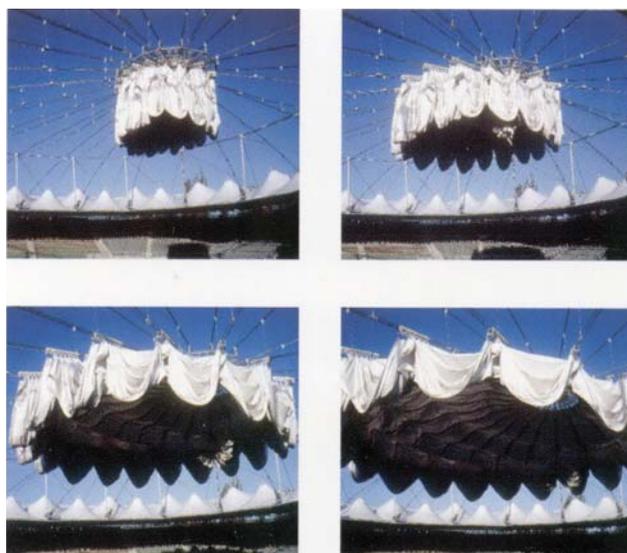


б

Рис. 4. Общий вид (а) и открытая часть покрытия (б) стадиона “Arizona Cardinals”.



а



б

Рис. 5. Общий вид (а) и процесс трансформации (б) покрытия теннисного корта в Мюнхене.

*В.С. Семенов, Р. Акбаралиев. Трансформируемые конструкции покрытий...*

---

Таким образом, трансформируемые конструкции как элементы кинетических объектов архитектуры имеют большое будущее. По мере внедрения компьютерного моделирования в проектное дело, проблемы, связанные с разработкой динамических моделей будущих зданий будут не столь сложными, как сегодня. К тому же, проникновение высоких технологий в строительство позволит архитекторам и конструкторам решать невыполнимые прежде задачи.

### *Литература*

1. Физкультурно-спортивные сооружения: Учебное пособие / Под общ. ред. Л.В. Аристовой – М.: СпортАкадемПресс, 1999. – 536 с.
2. <http://www.azcardinals.com/stadium/>
3. *Sobek W.* Light Works. Publishers for architecture and design. – Ludwigsburg, Germany, 2008. – 156 p.