

МОНТАЖ КУПОЛЬНЫХ СТРОЕНИЙ

Щербакова П.С.

Научный руководитель: А.П. Соколов, доцент, к.т.н.

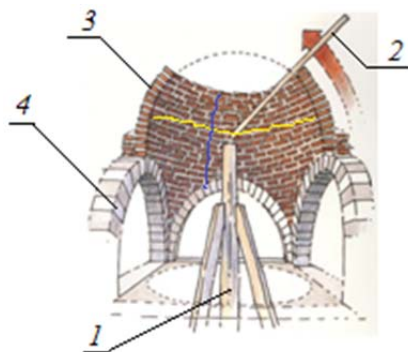
НИ ТПУ, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: pss17@tpu.ru

Аннотация. Рассмотрено монтирование купольных строений. Показано, что наиболее прост в проектировании и монтаже стратодезический купол. Предложен наиболее технологичный вариант монтажа стратодезического купола.

Цель работы: Разработка рационального монтажа стратодезического купола.

Исходя из терминологии купол (от латинского *cupula* – бочечка) – пространственное покрытие зданий и сооружений [1]. Первоначально купола сооружались из кирпича и с круглым основанием (рис. 1) [2], но со временем и развитием новых материалов, а также архитектурного дела в области построения куполов был осуществлен прогресс. Для их строительства введены новые материалы: металл, железобетон и др. и основание не обязательно должен быть круглым.



*Рис. 1. Начальный этап развития построения куполов [2]:
1 – центральный столб; 2 – пространственный циркуль; 3 – купол; 4 – арка*

До развития современной архитектуры многие народы строили дома, своей формой напоминающие купол, например, иглу (рис. 2) [3]. Минимальная затрата материалов – одна из главных причин популяризации подобных строений. Также из-за своей формы сооружение хорошо сохраняет тепло. Теплый воздух, который легче холодного задерживается в верхнем слое воздуха, а холодный находится приближенным к земле.



Рис. 2. Дом куполообразной формы [3]

В современной архитектуре принято возводить купольные строения в виде полусферы, которая за счет уменьшения толщины стенок поверхности все больше удовлетворяет определению оболочка. Проектирование таких строений ведется с использованием теории оболочек. На прочность купольного покрытия влияет множество факторов: вес конструкции; вес снежных слоев, прилегаемых к поверхности купола; ветровая нагрузка. Все эти факторы необходимо учитывать при проектировании сооружения. При проектировании куполов с несущей конструкцией из металла используется теория оболочек в чистом виде.

В соответствии с теорией, лучшее соотношение площади к ее весу будет у сетчатой оболочки, у которой поперечное сечение дуг в вертикальных плоскостях близко к поперечному сечению колец в горизонтальных плоскостях. В теории оболочек большое внимание уделяется их устойчивости. Согласно теории, для предотвращения неустойчивости оболочки вводятся дополнительные элементы жесткости в виде центрального столба [4].

При монтаже стратодезического купола подготавливается фундамент. В центре основания купола устанавливается вспомогательный столб. К нему приставляется лестница и закрепляется передвижная площадка, которая удерживает площадку верхнего крепления (рис. 3).

Заранее необходимо подготовить материалы для монтажа. Для его монтажа используют дуги, сваренные между собой. Первая дуга, закрепленная с лицевой стороны, в сечении имеет форму квадрата. Вторая дуга в сечении имеет форму полого цилиндра. В отличие от геодезического купола стратодезический не требует наличие коннекторов для крепления составных частей между собой. Дуги крепятся между собой при помощи сварки.

В начале работ закладывается фундамент желаемого размера. При разном диаметре купола будут использоваться разные технологии монтажа. При возведении купольных сооружений большого диаметра метод с установкой центрального столба становится нерентабельным. Для данной ситуации рекомендуется использовать дополнительные подпорки.

При создании купола высотой до 12 метров в его центре, для упрощения монтажа устанавливается металлический столб, высотой приблизительно совпадающий с верхней точкой купола. Далее производится установка основы поддержки крепежного кольца.

После возведения столба и закрепления основы производится установка стальных дуг. Они отличаются своей прочностью, что идеально подходит для каркаса купола. Первоначально устанавливаются вертикальные дуги. Далее горизонтальные дуги крепятся не сплошным кольцом, а отдельными частями, свариваемые между собой. В конструкции купола предусмотрен вход, который оформлен в виде арки. Для этого в определенном месте горизонтальные дуги не устанавливаются. Это позволяет варьировать ширину арки (рис. 3).

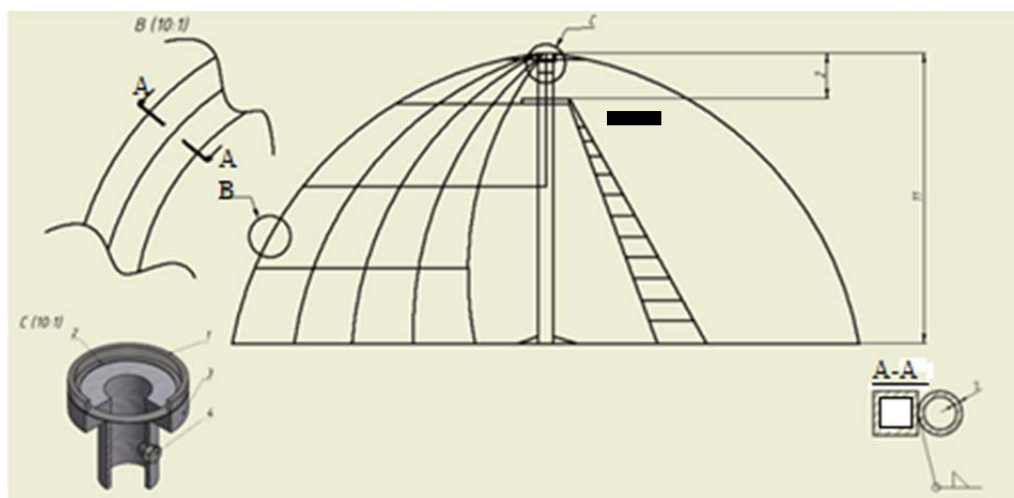


Рис. 3. Монтажная схема: 1 – кольцо; 2 – прокладка; 3 – основа; 4 – болт удержания основы

После возведения каркаса демонтируется внутренний центральный столб. Далее осуществляется отделка купола. В качестве материала используется сотовый поликарбонат, который крепится непосредственно к дугам при помощи шурупов с шайб, допускающих термическую деформацию поликарбоната, или других крепежных изделий. Купол можно считать возведенным.

При выполнении данной работы возник ряд проблем, которые стоит обозначить. Построение чертежа купола выглядит на первый взгляд не сложной задачей, однако на практике все несколько иначе. Стратодезический купол прост в проектировании в сравнении с другими. Построение чертежа геодезического купола становится затруднительным из-за ребер разного размера, рассчитать которые вручную без применения специальных программ затруднительно. Программы 3D моделирования могут облегчить задачу построения

наглядного представления возводимого купола. Удаление центрального столба из-под купольного каркаса не самая простая задача. При его демонтаже нужно быть крайне осторожным, так как возможно повреждение каркаса, наиболее вероятнее в верхней его точке. После возведения и отделки купола встает вопрос о его дальнейшей планировке. В силу его неординарного основания необходимо крайне внимательно подойти к данной проблеме.

Выводы

1. Выявлены преимущества купола: сохраняемое тепло, легкость в сборке конструкции, меньшие затраты на материалы, устойчивость к погодным условиям.
2. Наиболее прост в проектировании и монтаже стратодезический купол.
3. До высоты купола примерно 10–12 метров введение технологического столба упрощает монтаж.

Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь / главный редактор А.М. Прохоров. – Москва: Советская энциклопедия. – 1993. – 1630 с.
2. Дуга из досок для кладки каменного свода // Строительные технологии: сайт. – 2023. – URL: <https://stroitech-msk.ru/materialy/duga-iz-dosok-dlya-kladki-kamennogo-svoda-97-foto.html>.
3. Дом из ледяных блоков // Строительные технологии: сайт. – 2023. – URL: <https://tritonstroy.ru/foto/dom-iz-ledyanyh-blokov-91-foto.html4>.
4. Соколов А.П., Воронкова М.А. Купол как оболочка сооружения // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 2. – С. 20–26.