

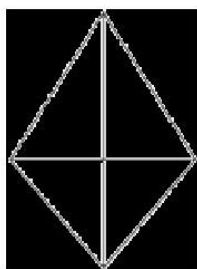
Новые концепции в структуре сопротивление сферического купола из равных ребер (фрагмент)

(оригинал статьи <http://www.agir.ro/buletine/1243.pdf>)

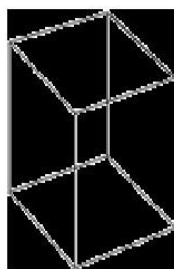
...

2. Новые решения несущих конструкций с криволинейными поверхностями

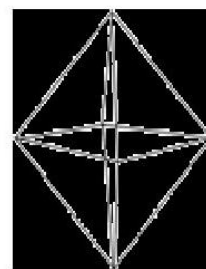
Знаем и другие пространственные сферические конструкций образованные из одинаковых ребер помимо тех, что запатентованы Р. Б. Фулером. Например, все пространственные конструкций, которые соблюдают формы любого из пяти правильных полиэдров (тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр и икосаэдр) сферические потому что они вписаны в сферы (Рис.8).



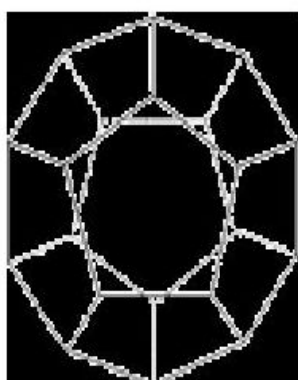
a.



b.



c.



d.



e.

Рис.8. Правильные полиэдры

a – тетраэдр; b – гексаэдр; c – октаэдр; d – додекаэдр; e – икосаэдр.

Недостаток этих конструкций состоит в том, что они состоят из малого числа ребер, и имеют маленькие углы между смежными многоугольниками. Например, самый открытый полиэдр это додекаэдр, у которого угол между двух соседних многоугольников в 115° .

Исходя из этого, правильные многоугольники замышлялись, проектировались, изготовились и использовались в практике и другие неправильные полиэдры, с равными ребрами, но которые бывают неправильными полиэдрами, потому что состоят из разных правильных полигонов. Эти преобразования получаются при вращений и перемещений полигонов (граней) правильных полиэдров вклиниваясь между ними другие правильные полигоны. Это имело как цель:

- приведение к трем число граней, которые соединяются в одну вершину;

- раскрытие углов между смежными полигонами;
- получение других конструкций полигонов отличных от треугольников.

Каждый из перечисленных правильных полиэдров может быть преобразован. Произведено и преобразование додекаэдра (образованного из 12 граней правильных пятигранников) для получения неправильного полиэдра состоящего из 20 правильных шестиугольников и 12 начальных правильных пятиугольников. Трансформация выполнилось в два шага (Рис.9):

Шаг 1. Вращение многогранников так, чтобы они больше не были бы смежными имеющие по одной общее ребро, но имеющие по одной общей вершине. Получается промежуточный неправильный полиэдр, образованный из 60 равных ребер, которые образуют те 12 начальных пятиугольников, но и 20 равносторонних треугольников. В каждой вершине этого полиэдра соединяются по четыре грани;

Шаг 2. Перенесение пятигранников в сторону их удаления на расстояний равной одной грани, те 20 равносторонних треугольников преобразуясь в правильных шестиугольников, каждая вершина становясь образованной из трех граней. Таким образом, получается сферический неправильный полиэдр образованным из 90 равных ребер соединенных в 60 одинаковых вершин, каждая из вершин представляет начало трехгранника, в котором соединяются плоскости двух правильных шестиугольников и одного правильного пятиугольника.

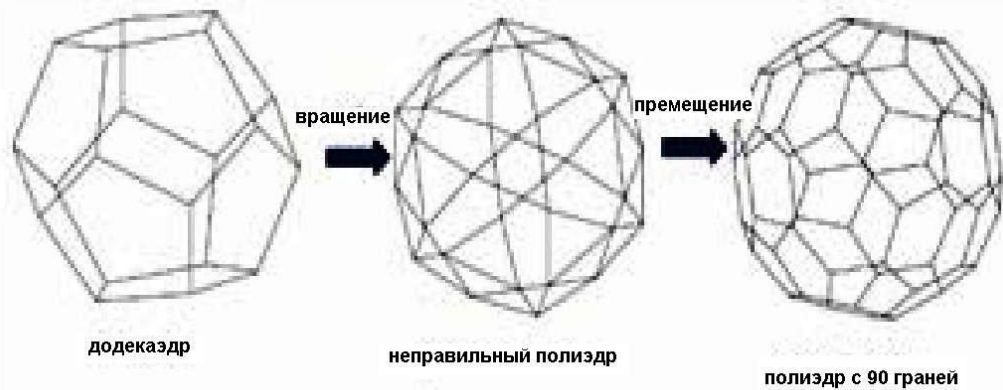


Рис.9 Генезис неправильного многогранника с 90 равных ребер

Пространственная сферическая структура с 90 равными балками и образованной из пятиугольников и шестиугольников имеет все ребра, вершины и грани многогранника по два, симметричные по отношению к центру ограниченной сферы (или описанной сферы) в нее. Такой тип структуры есть на самом деле неправильный полиэдр, потому что состоит из различных правильных полигонов. [6]. Обозначая как a размер одного ребра полиэдра, определяются следующие характеристики:

- диаметр описанной (ограниченной) сферы $4,882489032a$;
- диаметр вписанной сферы $4,61653a$;
- расстояние между двумя противоположных пятиугольников $4,654876872a$;
- общая поверхность полиэдра $74,85351532a^2$;
- объем полиэдра $60,91191126a^3$;
- грани полиэдра между собой расположены так:
 угол между двумя смежными шестиугольников $138,189685^\circ$;
 угол между пятиугольником и смежным шестиугольником $142,6226319^\circ$.

Пространственная сферическая конструкция с 90 равными балками образованной из пятиугольников и шестиугольников из рисунка 10 в целности имеет малое практическое использование. Но зато с успехом используется её секций. Некоторые из таких секций показаны на рисунках 11, 12 и 13.

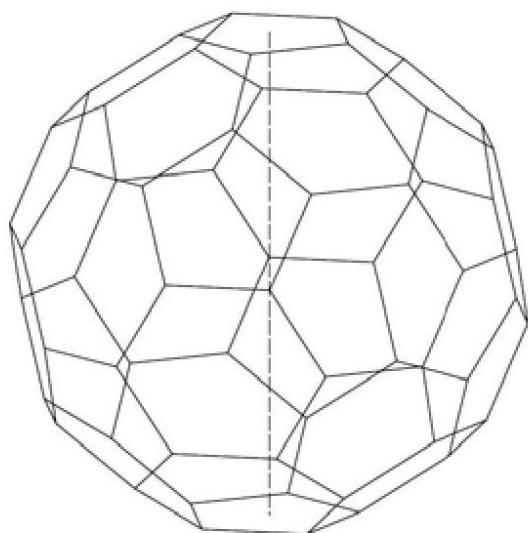


Рис.10. Пространственная сферическая конструкция с 90 равными балками образованной из пятиугольников и шестиугольников.

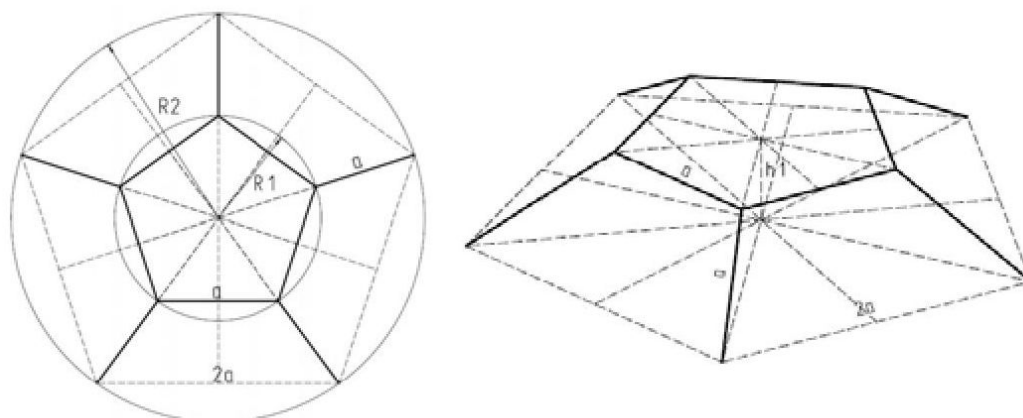


Рис.11. Секция 1:

a – ребро балки; R_1 – радиус круга описанной (ограниченной) пятиугольника с ребром a , $R_1 = 0,8506508084 \times a$; R_2 – радиус круга описанной (ограниченной) пятиугольника с ребром $2a$, $R_2 = 1,701301617 \times a$; h_1 – расстояние по вертикали между двумя плоскостями образованными этими двумя правильными пятиугольниками с ребрами a , соответственно $2a$, $h_1 = 0,5257311117 \times a$. Высота конструкций $h_1 = 0,5257311117 \times a$.

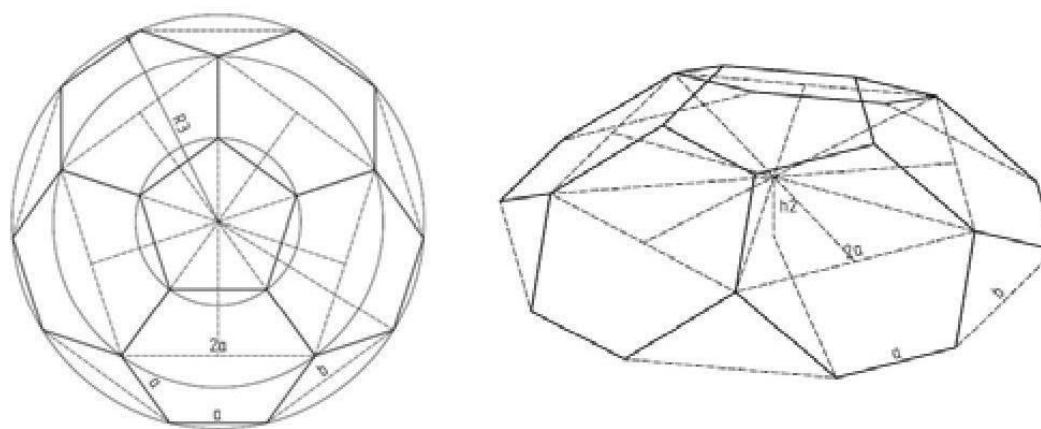


Рис.12. Секция 2

b – диагональ правильного пятиугольника, $b = 1,618033989 \times a$; h_2 – расстояние по вертикали между плоскостями образованные из правильного пятиугольника с ребром $2a$ и полигоном с 10 ребрами вписанным в круг радиусом R_3 . полигон, вписанный в круг радиусом R_3 имеет ребра расположенными последовательно с длиной ребра a , соответственно с длиной диагонали правильного пятиугольника b , $h_2 = h_1 - 0,5257311117 \times a$; R_3 – радиус круга описанным полигоном с 10 ребрами, длиной a , соответственно b $R_3 = 2,124255441 \times a$. Высота конструкций $2 \cdot h_1 = 1,051462223 \times a$.

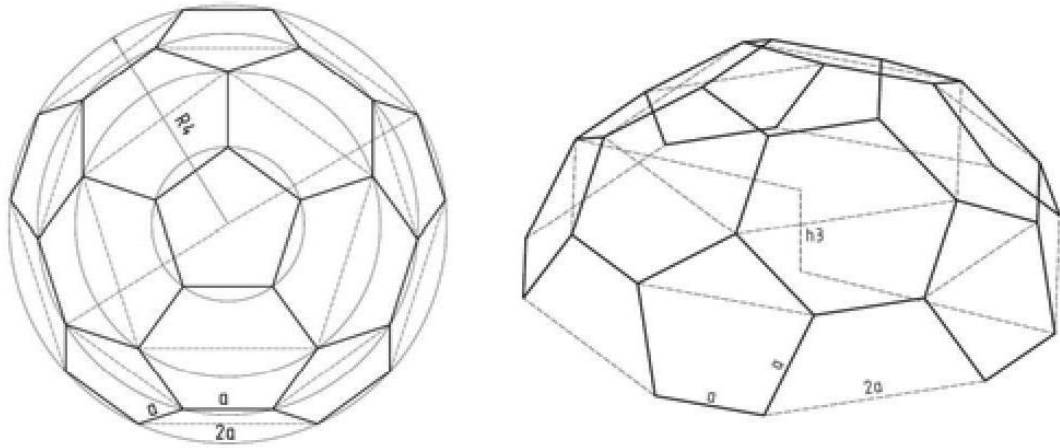


Рис.13. Секция 3;

h_3 – расстояние по вертикали между двумя планами образованными полигоном с 10 ребрами вписанный в круг с радиусом R_3 и полигоном с 10 ребрами вписанным в круг радиусом R_4 . Полигон, вписанный в круг радиусом R_4 имеет ребра расположенными последовательно с длиной ребра a , соответственно с длиной диагонали правильного шестиугольника $2a$, $h_3 = 0,850650808 \times a$; $R_4 = 2,441244516 \times a$. Высота конструкций $2h_1 + h_3 = 1,902113031 \times a$.

Подобным образом строятся ещё две секций, в итоге образуя полную конструкцию.

3. Конструкций из дерева

Исследовалось пространственную сферическую конструкцию, использованную при деревянных конструкциях. Существуют два варианта использования этой конструкций в деревянном строительстве [3]:

- **С деревянными угольниками** (Рис.14): для тщательного соблюдения конфигураций конструкций осуществилась на каждом узле три уголка из дерева, жестко фиксированные ее ребра: уголки для пятиугольников которые обеспечивают угол в 108° между ребрами и уголки для шестиугольников которые обеспечивают угол в 120° между ребрами.

- **Со свободными ребрами** (Рис.15): называется так система автоблокировки по три конца балок в узлах по принципу трех рычагов (Рис.15,а). Через максимальное удаление нижних балок стабилизируется вся конструкция (Рис.15.б).

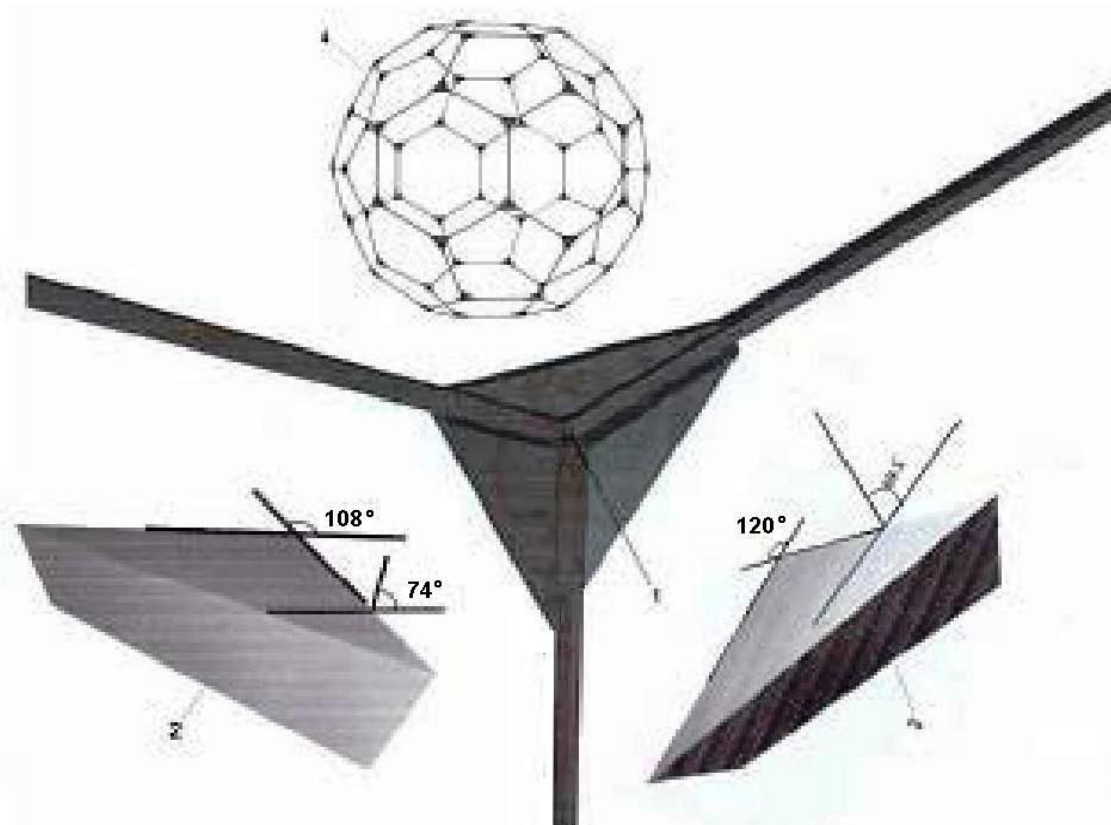


Рис.14. Пространственная сферическая конструкция с узлами образованными из деревянных уголков:

1 – узел; 2 – деревянный уголок для пятиугольников; 3 – деревянный уголок для шестиугольников; 4 - окончательная конструкция сферы.



а.



б.

Рис.15. Пространственная сферическая конструкция с тремя деревянными балками: а – принцип трех рычагов; б – окончательная конструкция

Эти купола рекомендуются использовать для конструкций, которые нужно собрать быстро при экстренных случаях. Конструкций должны быть опорой для легких покрытий: фольга, тент, камыш, ветвей, солома и т.д.

4. Выводы

Можно утверждать, что эту конструкцию можно собрать по общему методу проектирования криволинейных поверхностей, метод который должен быть принят во вниманий параллельно любым другим подобным. Он должен войти в арсенал знаний по специальности тем, которые занимаются деревянными конструкциями и не только.

Преимущества таких конструкций следуют в особенности из геометрической формы гармонично пропорциональной с использованием «Золотого сечения». Геометрия предоставляет превосходство прочности конструкций по сравнению с обычными формами через: принятие и передачи усилий через заданными углами, без внутренних опор; тщательное выполнение конструкций ведет к гибкому (пластичному) поведению при аварийных нагрузок. Преимущества экономического плана: минимальная стоимость изготовления, (несущая конструкция состоит из ребра одинаковой длины): минимальная стоимость обслуживания (при соответствующей тепловой и звуковой изоляции).

Возможности использовать экологические материалы вместе с отмеченными преимуществами, делает эту конструкцию современной которая соблюдает в большей части требования отрасли.