Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА (ПРОЕКТ) ПРОВЕРЕНА
Рецензент, _____
_____ (должность)
_____ (И.О.Ф.)
_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой СПТС
_____ (И.О.Ф.)
_____ 2018 г.

Конструктивно-технологические аспекты возведения купольных зданий и сооружений

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-08.04.01.20__.___ПЗ ВКР

Руководитель проекта
_____ (должность)
_____ (И.О.Ф)
_____ 2018 г.

Автор проекта
Студент группы АСиз-382
_____
_____
31.01. _____ 2018 г.

Нормоконтроль
_____ (должность)
_____ (И.О.Ф)
_____ 2018 г.

Антиплогиат
Оригинальность - 59 %
_____ (должность)
_____ (И.О.Ф)
_____ 2018 г.

г. Челябинск 2018г

Приведенец Олег Сергеевич при участии Струковой Юлии Евгеньевны. АСиз- 392. Конструкционно-технологические аспекты возведения купольных зданий и сооружений – Челябинск: ЮУрГУ, кафедра СПТС, 2018г., 98с., , 15 ил., 3 табл., 3 прил., библиографический список – 128 наименований.

Аннотация

Объектом исследования магистерской диссертации являются разработка многоцелевого здания и сооружение используемого во всех климатических районах Российской Федерации.

Целью работы является разработка конструкции отвечающей всем требованиям для нужд строительных организаций, жилых комплексов для размещения строительных бригад, исследовательских групп, рабочих нефтегазовой и других добывающих отраслей, жилых комплексы для дислокации сил МЧС и министерства обороны, а также временных медицинских центров.

В результате исследования были определены основные проблемы связанные с ускорением сроков строительства, минимизацией веса, габаритов, материалов и трудозатрат как для транспортировки, так и при строительстве.

Результаты исследования систематизирован и проведен сравнительный анализ с современными решениями по части финансовых затрат, трудозатрат и энергоэффективности. Разработано концептуально новое решение для проектирования и сборки быстровозводимых зданий по всем элементам цикла от завода до строительства. Проведён патентный поиск. Сформирована заявка на патент.

Ключевые слова: Сетчатый купол, быстровозводимое жилье, индивидуальное жилищное строительство, купол, геодезический купол, временные строения, пространственные стержневые системы, пространственные конструкции, пространственные стержневые конструкции..

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……4
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙОБЗОР……6
2. ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА……...31
2.1. Цели и задачи патентных исследований……31
2.2. Порядок работы……31
2.3. Результаты поиска……32
2.4. Анализ патентов…….…….32
2.5. Анализ предлагаемого технического решения…….37
2.6. Вывод по итогам анализа патентов……38
3. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ…….……..…39
3.1 Описание конструкции…….……39
3.2 Обоснование принятых решений……40
4. Технико-экономическое обоснование……..41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..……45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……...……46
ПРИЛОЖЕНИЯ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе научно-исследовательской работы был проведен обзор и анализ существующих пространственных стержневых систем.

Результатом научного исследования является изобретение – пространственная двухслойная стержневая система, являющаяся оболочкой купольного сооружения.

В ходе исследовательской работы была доказана возможность практического применения данного изобретения в качестве зданий и сооружений для временного проживания людей, а также зданий и сооружений административно-хозяйственного назначения в 4 климатическом районе.

Проведен патентный поиск в котором были проанализированы патенты на изобретения. На сегодняшний день сформулирована заявка на изобретение для подачи в Федеральную службу по интеллектуальной собственности, а также оплачена государственная пошлина в размере трех тысяч триста рублей (3300 рублей).

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, развитие быстровозводимого строительства во всех климатических зонах нашей страны обусловлено высокой постоянно растущей потребностью. В первую очередь, это касается потребности в строительстве административных зданий и административно-бытовых комплексов для нужд строительных организаций, жилых комплексов для размещения строительных бригад, исследовательских групп, рабочих нефтегазовой и других добывающих отраслей, жилых комплексы для дислокации сил МЧС и временных медицинских центров. Сегодня, на практике, подавляющее большинство данных строений не отвечает по одному или нескольким важнейшим параметрам:

- максимально ускоренные сроки строительства;
- минимальные материало- и трудозатраты;
- минимальный вес и габариты строительных материалов для транспортировки;
- повышенная конструктивная безопасность, устойчивость зданий и сооружений с фундаментами на многолетних мерзлых грунтах;
- обеспечение экологической и пожаробезопасности, долговечности зданий и сооружений;
- повышенная комфортность и применение современных архитектурных решений;
- энергосбережение при эксплуатации зданий и сооружений;
- минимизация стоимости строительства.

Цель исследования Цель исследования заключается в разработке быстровозводимых купольных зданий и сооружений заключается в быстром возведении зданий и сооружений с минимизацией общих затрат на строительство с ограниченным временем на постройку жилья или сооружений общего назначения максимально подходящих для строителей, добытчиков сырья, геологов, учёных работающих вахтовым методом, а также для молодых и многодетных семей, имеющих право на бесплатное получение земельных участков.

Задачи исследования:

- разработать принципиально новое концептуальное решение для проектирования и сборки быстровозводимых зданий.
- провести сравнительный анализ с современными решениями по части финансовых затрат, трудозатрат и энергоэффективности;
- провести оценку эффективности разработанного решения и определить допустимые границы внедрения.

Объект исследований – многоцелевые здания и сооружения, используемые на Севере.

Предмет исследований – конструкция сооружения, которое может быть использовано в климатическом районе IV и которое будет отвечать всем заявленным требованиям.

Литературный обзор

В процессе поиска решений поставленной проблемы был проведен анализ литературных источников, в которых описываются технологии возведения купольных строений, их история, расчет конструкций на прочность и варианты строительства зданий и сооружений купольного типа.

Кроме того, был проведен обширный патентный поиск с источником:

- Федеральный институт промышленной собственности (www.fips.ru)
- Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ, www.viniti.msk.su)
- Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ, www.icsti.su)
- Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦ, www.s1.vntic.org.ru)
- государственная публичная научно-техническая библиотек (ГПНТБ, www.gpntb.ru)
- Всемирная организация по интеллектуальной собственности (www.wipo.int/portal/index.html.en)

Основной целью научно-исследовательской работы стало разработка концепта быстровозводимой и быстродемонтируемой экономически эффективной конструкции для нужд как временного, так и капитального строительства для малообеспеченных семей в IV климатической зоне.

Эта конструкция должна отвечать следующим требованиям:

- Энергоэффективность;
- Удобство и скорость монтажа;
- Легкость транспортировки;
- Возможность неоднократного монтажа и демонтажа элементов;
- Низкая стоимость;
- Надежность при эксплуатации в условиях неблагоприятного климата (ветровые и снеговые нагрузки);

- Эстетическая привлекательность.

Для изучения условий климата предлагаемых мест строительства

IV - I климатический пояс (1 класс защиты) * -1,0°С ** 2,7 м/с

Калининградская обл., Ставропольский кр., Краснодарский кр., Республики Дагестан, Кабардино-Балкарская, Чеченская Республика, Республики Ингушетия, Северная Осетия. Представительные города: Ставрополь, Краснодар, Новороссийск, Сочи, Калининград, Майкоп, Туапсе, Нальчик, Махачкала, Владикавказ.

В 20 веке значительный вклад в развитие купольных конструкций внесли Ледерер, Маковский, Отто, Райт, Фулле, Туполев М.С., Липницкий М.Е., Савельев В.А. При этом, именно Ричард Бакминстер Фуллер является изобретателем первого геодезического купола. А в России родоначальником его является проф. М.С. Туполев.

Именно сетчатые купола являются наиболее экономичными по расходу материала купольными конструкциями вследствие пространственной работы каркаса и равномерности распределения материала по поверхности оболочки.

В качестве прототипов изобретения послужили:

- Сетчатый купол Шведлера
- Звездчатая система на основе сети Чебышева
- Локсодромий Чебышева
- Система Кайвитта
- геодезический купол Фуллера (Икосаэдр)
- сетчатый купол Туполева
- Вантовые покрытия Фрайя Отто

Обширной темой для изучения стали сетчатые покрытия В.Г. Шухова.

На сегодняшний день существует множество систем куполов. Некоторые из них не лишены недостатков, так, например, системы Чебышева, где слишком много узловых соединений, либо типоразмеров стержней. В звездчатой системе длина стержней вдоль линий сети постоянна, хотя изменение углов между стержнями приводит к тому, что число узловых элементов равно числу ярусов.

При локсодромной разрезке, наоборот, узловые элементы могут быть одного типоразмера, а число типоразмеров стержней, расположенных вдоль линий сети, может быть равно числу ярусов.

Пространственные стержневые системы

Пространственными называются конструкции, у которых оси несущих стержневых элементов не лежат к одной плоскости.

Пространственные стержневые системы можно разделить на три основные группы: стержневые плиты, цилиндрические оболочки и оболочки двоякой кривизны (купола). Все три типа пространственных стержневых систем представляют собой, как правило, пространственные фермы, реже рамы с определенной регулярной структурой. Основные типы структур пространственных стержневых систем приведены на рис. 12.16 и 12.17. В основе первой группы структур лежит сеть из четырехугольных ячеек. Вторая группа структур основана на сети из треугольных ячеек. Все структуры можно разделить на однослойные (односетчатые) и двухслойные (двухсетчатые). Узлы однослойных структур расположены на одной поверхности, а узлы двухслойных структур - на двух поверхностях. Однослойные структуры характерны для третьего типа пространственных покрытий - стержневых оболочек положительной гауссовой кривизны, сетчатых куполов. Они применяются также в цилиндрических оболочках небольшого пролета. Для стержневых плит чаще всего используются двухслойные структуры).

Пространственные металлические конструкции обладают рядом преимуществ

по сравнению с традиционными решениями. Основными являются следующие:

– максимальная унификация узлов и стержневых элементов;

– пространственность работы системы, способность воспринимать неравномерные, сосредоточенные нагрузки;

– повышенная жесткость;

– повышенная надежность и живучесть;

– облегчение ограждающих конструкций кровли благодаря частой сетке узлов;

– возможность использования более совершенных методов монтажа (сборка кон-

– струкций на земле и под покрытия крупными блоками);

– сборно-разборность (при необходимости);

– архитектурная выразительность и гибкость применения для зданий различного назначения [13].

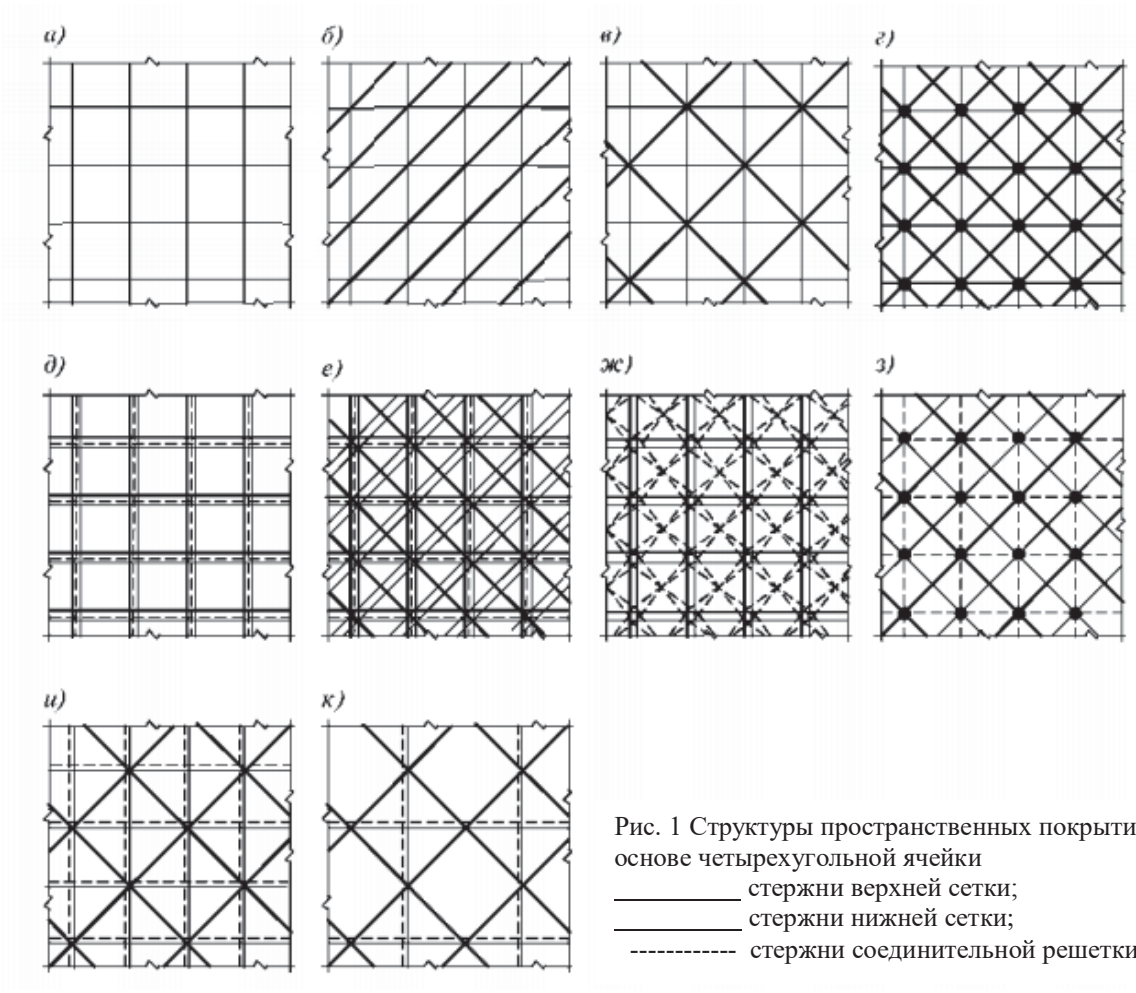


Рис. 1 Структуры пространственных покрытий на основе четырехугольной ячейки
_____ стержни верхней сетки;
_____ стержни нижней сетки;
---------- стержни соединительной решетки

Вместе с тем необходимо отметить, что узлы пространственных конструкций, как правило, более сложны в изготовлении. Широкое применение пространственных металлических конструкций зависит в основном от развития и совершенствования автоматизированных и поточных производств, позволяющих изготовлять крупные серии стандартных конструктивных элементов при сравнительно небольших затратах [13].

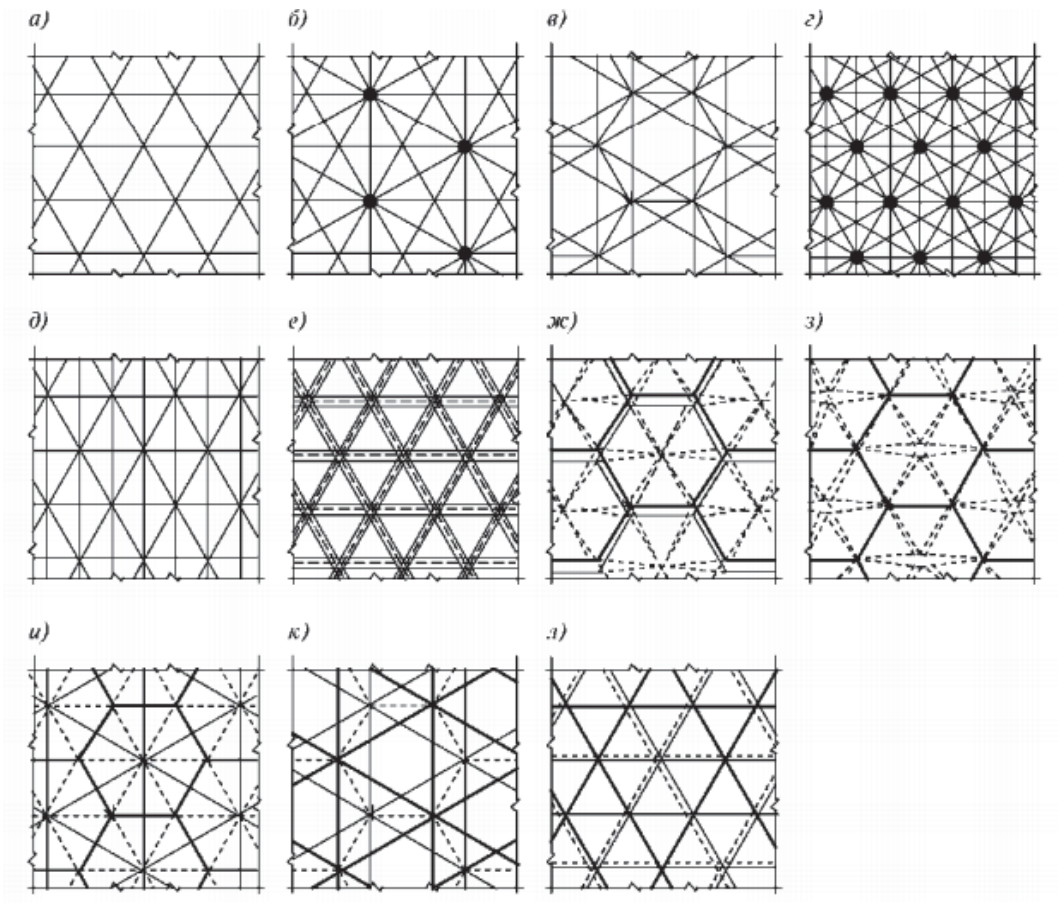


Рис. 2 Структуры пространственных покрытий на основе треугольной ячейки
——— стержни верхней сетки; ——— стержни нижней сетки;
--------- стержни соединительной решетки

Стержневые плиты могут иметь различные конфигурации в плане, произвольное число и расположение опор. Основные преимущества стержневых плит заключаются в однотипности конструктивных элементов, возможности их максимальной унификации, удобстве расположения подвесного транспорта и подвесных потолков. Наибольшее распространение получили стержневые плиты с ортогональной сеткой поясов (рис.1 з,и,к). Для большепролетных покрытий сложной конфигурации в плане с малым числом опор применяются также двухпоясные системы с треугольной сеткой (рис.2 е,к), имеющие наибольшую пространственную жесткость.

Узловые соединения

Выбор и конструирование узловых соединений элементов пространственных конструкций отражается не только на целостности и надежности всей системы, но и на конечном коммерческом результате. Ошибки, допущенные при проектировании, могут привести к чрезмерным тратам на изготовление,

повышенной металлоемкости, усложнить сборку конструкции, привести к неправильной ее работе и образованию нежелательных начальных усилий. Поэтому столь важно рассматривать выбор узловых соединений комплексно, со всех позиций, уделяя им особое внимание. Наиболее известный коннектор из сварных соединений — узел системы Oktaplatte, разработанный немецким концерном Manessman [104]. Коннектор включает две полусферические полые детали, усиливаемые на стыке стальной дисковой диафрагмой. Полусферы свариваются, образуя коннектор сферической формы. Соединение полых стержней в узле происходит при помощи монтажной сварки. Примером применения системы Oktaplatte является павильон кассовых аппаратов США на Всемирной выставке 1964— 1965 гг. в Нью-Йорке. Усовершенствованными версиями Oktaplatte являются французские сварные системы Segmo и SDC, разработанные С. Дю Шато[104]. Преимуществом SDC перед аналогом являются полости в полусферах, позволяющие регулировать соединяемые элементы по длине. Лабораторией МК и сварки ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко разработано узловое соединение на ванной сварке [105]. Такое соединение присутствует в покрытии рынка в г. Тольятти в виде пирамиды с основанием 54×54 м и высотой 27,4 м. Отличием является отсутствие коннектора и других дополнительных деталей[103].

Узловой элемент системы «Октаплатт», Германия (рис. 3 а), представляет собой полый шар, сваренный из двух штампованных полушарий. Трубчатые стержни соответствующей длины имеют обрезанные под прямым углом торцы без специальной обработки кромок. Однотипность узлов допускает сварку специальными полуавтоматическими приспособлениями. Узлы подхода стержней к узлу могут быть любыми. Усилия в отдельных стержнях могут достигать 200 кН. Покрытия системы «Октаплатт» сваривают из отдельных элементов на строительной площадке, часто на проектной отметке. Недостатком узла являются малые допуски в длинах труб и большой объем монтажной сварки.

Отдельной категорией идут сборно-разборные узловые соединения, выполненные без дополнительного коннектора. В таких соединениях

присутствует специальная обработка концов стержневых элементов, которые сплющивают, гнут, либо наваривают дополнительные детали. Соединение происходит, как правило, при помощи одного или нескольких болтов. Наиболее известны: французская система SARTON, итальянская система Premit и отечественные изобретения Ю.С. Хваткина и В.И. Кудишина [104,105].

Несмотря на невысокую материалоемкость, соединения без дополнительного коннектора требуют тщательной выверки, а потому не допускают развития погрешностей, связанных с отклонением длин стержней.

Узловой элемент системы «Триодетик», Канада (рис. 3 б), представляет собой цилиндр с прорезями рифленого профиля. Число пазов может достигать 9. Концы трубчатых стержней обрезаны под соответствующими углами и расплющены на специальном прессе по форме, соответствующей профилю паза узловой детали.

Все стержни фиксируются в прорезях одним зажимным болтом. Конструкции изготавливают из алюминиевых сплавов и из стали.

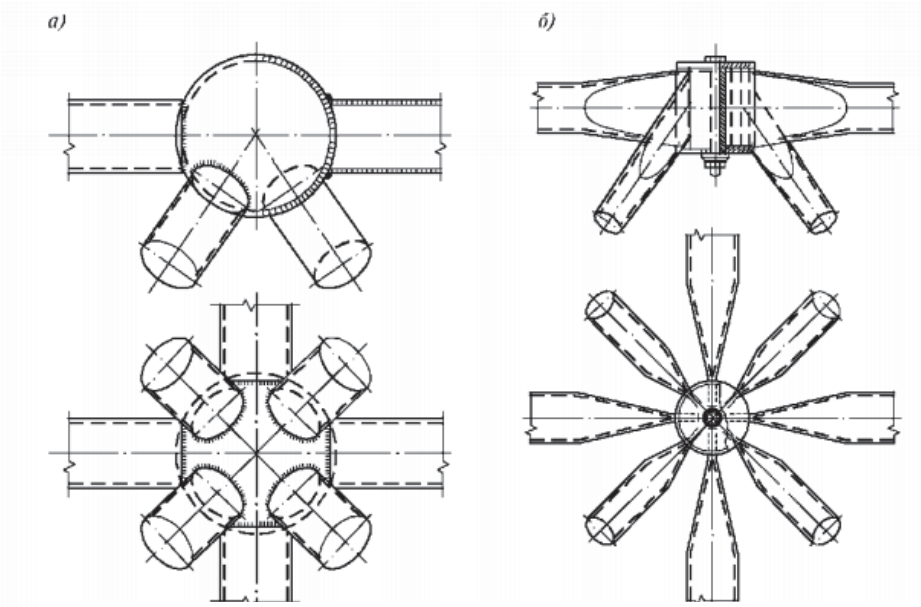


Рис. 3 а, б Узлы пространственных покрытий

Узел системы «ИФИ», Германия (рис. 3 в), состоит из двух стальных круглых дисков с ребрами по краю, стягиваемых между собой одним высокопрочным болтом. Между дисками зажимаются клиновидные наконечники, приваренные к сплющенным концам труб.

Эти три типа узловых соединений наиболее универсальны, они могут применяться не только для стержневых плит, но и для сетчатых оболочек одинарной и двоякой кривизны.

Другие типы узловых соединений в значительно большей степени носят черты жесткой унификации и могут применяться только для стержневых плит с октаэдрической структурой.

Узловой элемент системы «Меро», Германия (рис. 3 г), представляет собой шар с отверстиями, имеющими резьбу. Для присоединения к шару на концах трубчатых стержней предусмотрены конические наконечники с вставным болтом и муфтой. Вращением муфты болт ввинчивается в отверстие шара. Конструкция узла допускает соединение до 18 стержней.

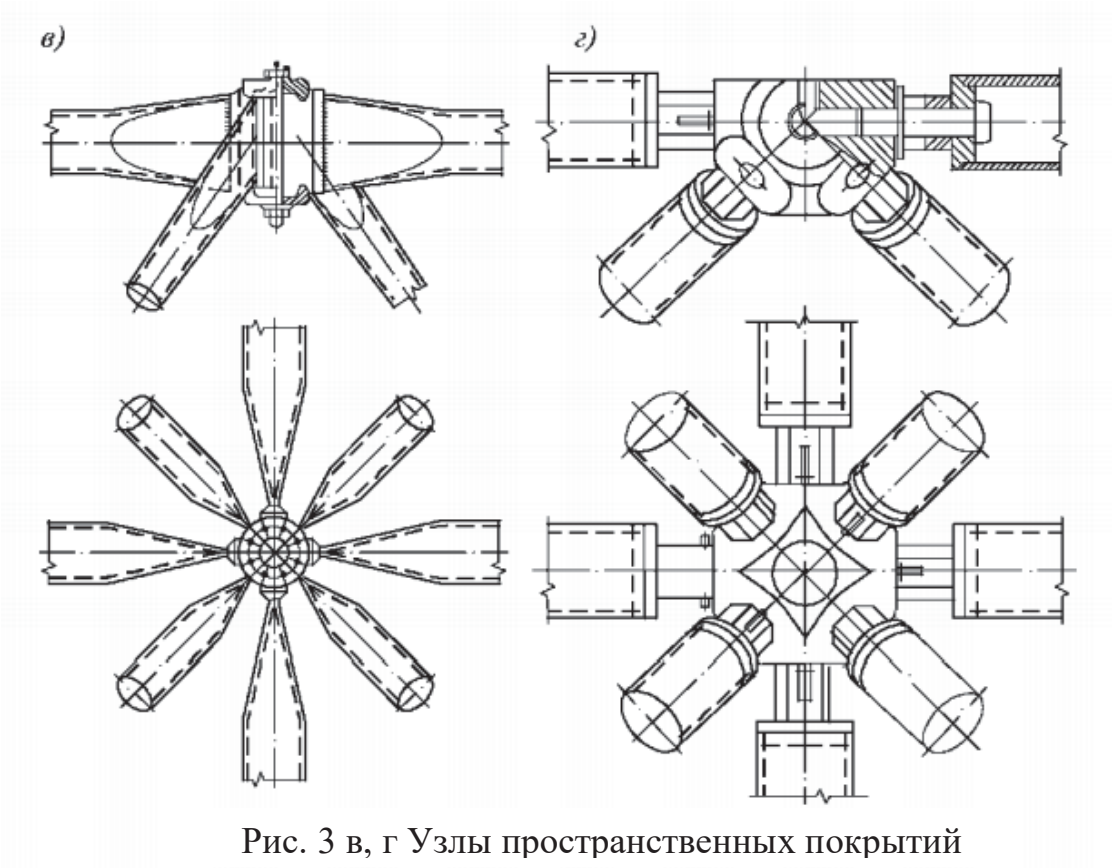


Рис. 3 в, г Узлы пространственных покрытий

Узловой элемент системы «Юнистрат», США (3 д), выполнен в виде штампованного фасонного алюминиевого или стального листа с восемью плоскостями для подхода стержней швеллерного профиля. Каждых стержень соединяется с узловым элементом одним болтом. Хорошую работу соединения на сдвиг обеспечивают выступы и соответствующие им углубления на примыкающих плоскостях стержней и узловой детали.

В основу английской системы «Спейс-Дек» и ее разновидности «Ненк-систем» положен пирамидальный элемент заводского изготовления (рис. 3 е). Квадратное основание пирамиды выполняют из уголкового профиля, с основанием соседней пирамиды его соединяют болтами. Вершины пирамид имеют трубчатые муфты, соединяемые элементами из высокопрочной стали. Монтировать покрытия можно целиком, отдельными трехгранными фермами или блоками из двух пространственных ферм.

Узловой элемент «Нодус» (рис. 3 ж) состоит из двух половин и имеет четыре патрубка, в которые закладываются наконечники четырех поясных стержней. Обе половины стягиваются болтом. Передача усилий осуществляется благодаря рифленой поверхности сопри касающихся патрубков и наконечников. Рас косы присоединяются к специальным про ушинам с помощью шпильки на одной из половин узловой детали или на обеих. Разновидность «Меро» - узловой элемент системы «Веймар», представляющий собой полушарие с отверстиями; стержни присоединяются болтами. Внутренняя полость полушара закрывается плоской крышкой. Разработан так же вариант узла, состоящий из двух полусфер. Узловое соединение, разработанное в ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко (рис.3 з), отличается от ранее применявшихся тем, что сплющенные концы всех примыкающих стержней непосредственно свариваются между собой без каких-либо переходных деталей. Ванная сварка осуществляется в специальном кондукторе на медной подкладке.

Масса сварного узла не превышает 2,5 % массы всей конструкции.

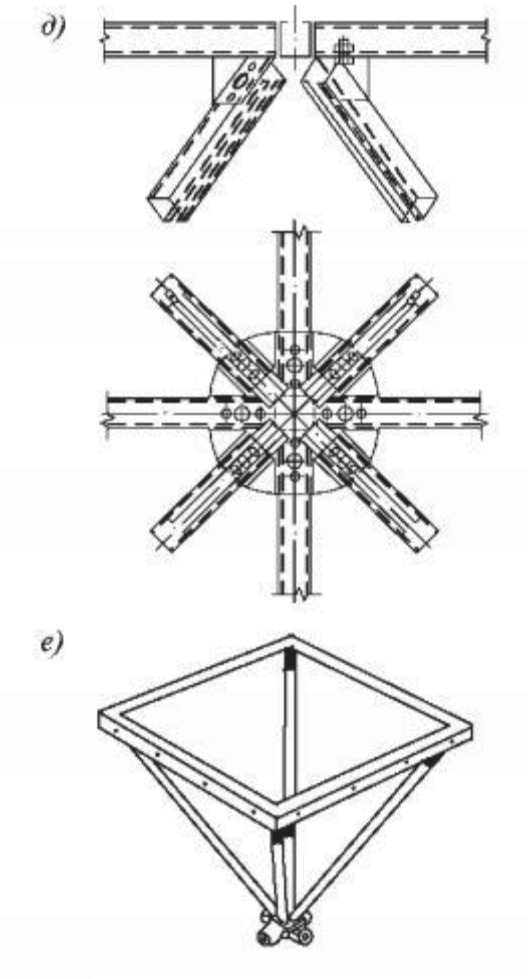


Рис. 3 д, е Узлы

В ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко разработано также складчатое покрытие из прокатных профилей. В отечественной строи тельной практике наибольшее распространение получили решения ЦНИИСКа, узловые соединения ИФИ в покрытиях типа «Берлин», узел типа «Меро», усовершенствованный Московским архитектурным институтом. Статический расчет стержневых плит производится на ЭВМ по специально разработанным программам. На стадии эскизного проектирования используются приближенные методы.

Сетчатые оболочки двоякой кривизны могут иметь различную форму поверхности и позволяют создать покрытия различной конфигурации в плане. (Рис. 4 а-г). Наибольшее распространение получили оболочки положительной гауссовой кривизны на круговом плане - купола.

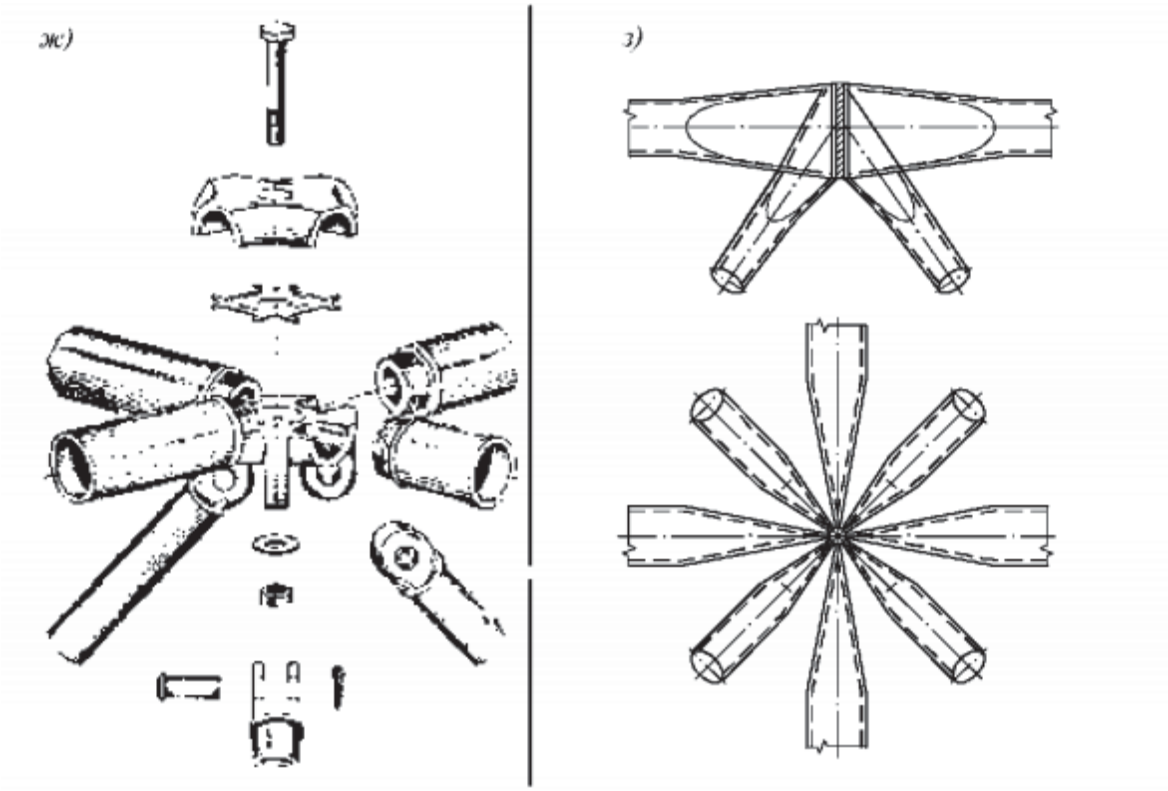


Рис. 3 ж, з Узлы пространственных покрытий

С развитием структурных конструкций появились узловые элементы, в которых болты располагаются резьбой наружу, для ввинчивания в наконечники стержней. Одной из таких разработок является японская система NS Truss, предложенная корпорацией Nippon Steel. Коннектор системы выполнен в виде полой металлической сферы U-образной формы, с полостью, выходящей на одну или две стороны коннектора, необходимой для размещения соединительных болтов. Известны также французские системы Spherobat и Villeroy (автор С. Дю Шато), итальянская система Vestrut. Коннекторы этих систем отличаются тем, что состоят из нескольких деталей, стягиваемых между собой центральным болтом.

Разработки подобных систем присутствуют и у отечественных авто- ров. Среди них узловые соединения М.М. Жербина, А.П. Терещенко, В.Г. Никифорова, В.Н. Потапова. В узловом соединении М.М. Жербина детали коннектора скрепляются при помощи одного болта. В двух других разработках детали коннектора после размещения крепежных болтов свариваются [106, 107, 113].

В категории болтовых соединений на пространственных фасонках популярность приобрела французская система Newbat. Коннектор системы цельнометаллический литой представляет собой взаимно перпендикулярные спаренные пластины для поясных элементов и пирамидальную пластину для раскосов. Достоинствами цельнометаллических коннекторов являются отсутствие ослаблений в виде сварных швов, дополнительных деталей и крепежных элементов, компактность, эстетичность. Также положительным качеством является применение двухсрезных болтов. Основной недостаток — сложность изготовления. Болтовые соединения на сварных коннекторах более распространенны по причине простоты их изготовления. Среди известных французская система TRIDI 2000, изобретение В.П. Деева и узловое соединение на пространственных листовых фасонках [116].

Известна американская система Moduspan (Unistrut), состоящая из стержней

открытого профиля и коннектора выполненного в виде штампованного листа,

66 ISSN 1997-0935. Vestnik MGSU. 2013. № 33/2013

имеющего плоский участок и отогнутые наклонные участки. Примером является покрытие над входом в Грузинский дом в г. Атланта, США.

Достоинствами системы Moduspan являются легкость, простота изготовления, цельность коннектора, отсутствие ослабляющих коннектор соединений, дополнительных элементов и крепежных деталей. Недостаток — относител но малая несущая способность и возможная расцентровка усилий. Среди отечественных разработок известно изобретение А.З. Клячина, состоящее из пространственной штампованной фасонки и плоской пластины, скрепленной с фасонкой одним болтом. М.В. Калугиным пред- ложено узловое соединение «Сокол» [111]. Узловое соединение включает разъемный узловой элемент, выполненный в виде сходящихся вершинами к центру узла полых пирамид. Недостатком отечественных коннекторов является повышенная податливость по причине отсутствия в них центрального сердечника, придающего большую жесткость. Возможны смещение деталей друг относительно друга и поворот. М.В. Калугин усовершенствовал систему «Сокол», добавив кубический сердечник

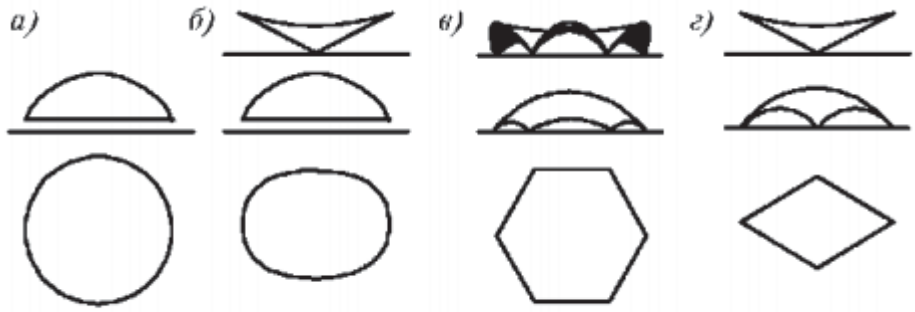


Рис.12.21. Сетчатые оболочки двоякой кривизны

[115]. Теперь вершины пирамид крепились к сердечнику, а не только друг к другу. Однако, ввиду малых размеров болтов и сердечника, такой узловой элемент не способен воспринимать серьезные нагрузки.

Общим недостатком болтовых соединений на фасонках является податливость соединений. Она возникает из-за разности диаметра отверстия в фасонке и диаметра болта. Стержни вступают в работу с запозданием, после выбора за- зора, в результате чего происходит перераспределение усилий. Однако разница в диаметрах является и достоинством болтовых систем, так как компенсирует погрешности длин стержней. Такие системы легче монтируются.

Конструктивные схемы

Конструктивные схемы металлических куполов можно разделить на три типа: ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые. Несущая конструкция ребристого купола представляет собой систему радиальных ребер - полуарок, которые соединяются между собой в вершине с помощью верхнего кольца. Внизу они опираются обычно на нижнее кольцо, которое воспринимает распорные усилия полуарок (Рис. 5 а) При этом на фундаменты передаются преимущественно вертикальные нагрузки. В отдельных случаях, при наличии хороших грунтов

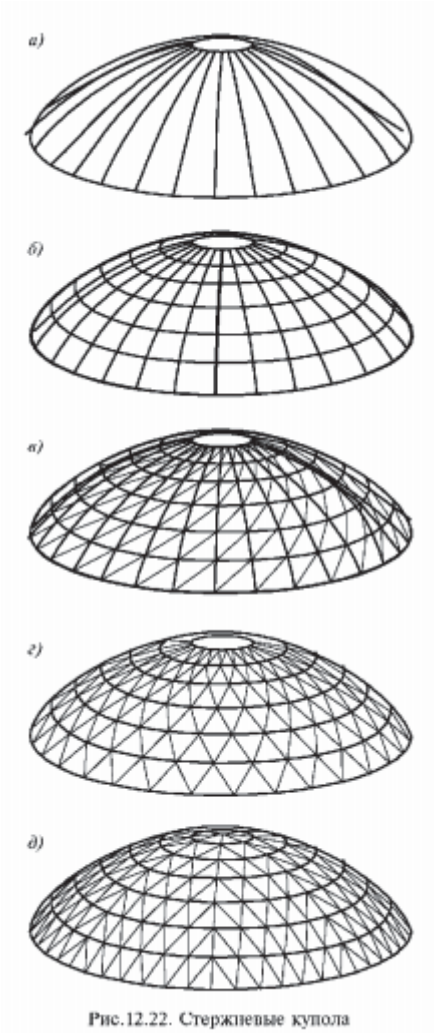


Рис.12.22. Стержневые купола

основания, опорное кольцо может отсутствовать, но тогда распорные усилия должны полностью восприниматься фундаментами. Верхнее кольцо воспринимает сжимающие усилия. При несимметричных на грузках в нем возникают также изгибающие и крутящие моменты. Диаметр верх него кольца определяется размещением узлов крепления полуарок. Эти узлы конструируются жесткими. Нижнее кольцо выполняется в виде многоугольника, число сторон которого соответствует числу ребер. В случае круглой формы кольца следует учитывать возникновение местных изгибающих моментов. Ребра могут иметь как сплошное, так и сквозное сечение. Сплошные ребра тяжелее, но проще в изготовлении, особенно при использовании прокатных профилей.

Нагрузка от кровли передается на ребра через прогоны, которые опираются на верхний пояс ребер. Для обеспечения пространственной жесткости каркаса, по меньшей мере в двух секторах, необходимо установить связи по наружным поясам ребер. Система связей и прогонов должна обеспечивать устойчивость ребер из их плоскости. Отношение высоты купола к диаметру определяется архитектурно-композиционными требованиями. Практика проектирования показывает, что при отношениях от 1/4 до 1/7 показатели массы конструкции изменяются незначительно. Очертание ребер купола из конструктивных соображений принимается круговым. Однако часто центр окружности смещают с центральной оси. В этом случае форма купола становится не сферической, а тороидальной - стрельчатой. Для большепролетных куполов используют также эллиптическое очертание ребер.

Примерами ребристых куполов являются, например, крытый стадион в Сан-Паулу (Бразилия, 1958 г.) диаметром 80 м со сквозными полуарками; раздвижной

купол общественного центра в Питтсбурге (США, 1961 г.) диаметром 125 м и др. Купол павильона машиностроения ВДНХ диаметром 42 м и высотой 32 м имеет стрельчатую форму и состоит из 24 сквозных ребер-полу арок с высотой сечения 890 мм. Пояса полуарок выполнены из прокатных швеллеров, а решетка - из спаренных уголков. Вся поверхность купола светопрозрачна. Трапециевидные панели остекления крепятся к кольцевым прогонам, которые с шагом 1,45 м опираются на узлы наружного пояса. Прогоны ребристых куполов работают только на изгиб, как вспомогательные балки, воспринимающие нагрузку от кровли и передающие ее на ребра. Если прогоны объединить в кольца и включить в пространственную схему каркаса, заставив воспринимать не только изгибающие, но и продольные усилия, то получим схему ребристо-кольцевого купола (рис. 12.226). Ребристо-кольцевые купола являются более рациональной конструктивной схемой. Кольца существенно уменьшают изгибающие моменты в меридиональных ребрах, особенно при осесимметричных нагрузках, обеспечивают большую пространственную жесткость. Вместе с тем усложняется узел соединения кольцевых и меридиональных элементов, поскольку для центрации усилий элементы должны быть расположены в одном уровне. При проектировании ребристо-кольцевых куполов необходимо учитывать последовательность выполнения монтажных работ и соответствующее изменение расчетных схем. Способ монтажа может оказать существенное влияние и на конструктивное решение ребер. Если предполагается осуществлять сборку конструкции пространственными блоками полной строительной готовности, ребра необходимо проектировать спаренными. Примерами ребристо-кольцевых куполов являются: Колизей в г. Шарлотта (США, 1956 г.) диаметром 100 м и высотой 16,4 м, с 48 ребрами и восемью кольцами; дворец спорта в Болонье (Италия, 1957 г.), имеющий в плане форму эллипса 69х62 м. Несколько ребристо-кольцевых куполов было построено в СССР. Среди них: купол над зданием склада сушеного концентрата Лисаковского горно-обогатительного комбината диаметром 23,7 м и высотой 4,3 м с 12 ребрами из прокатного двутавра №30; купольное покрытие корпуса сгущения Карагандинского горно-обогатительного

комбината диаметром 56,6 м и высотой 10 м. 28 ребер, верхнее и нижнее кольца запроектированы из сварных двутавров [14]. Ребристые и ребристо-кольцевые купола, по существу, являются пространст венными рамами. Наряду с продольными усилиями в их элементах возникают значительные изгибающие моменты. Купольные системы, каркас которых образует пространственную стержневую систему с треугольными ячейками, называются сетчатыми куполами. Для относительно пологих покрытий используются схемы, обладающие осевой симметрией. Все они состоят из определенного числа одинаковых зеркально симметричных секторов. Форма поверхности вращения может быть любой, однако наиболее часто используется сферическая. Основными схемами построения являются: ребристо-кольцевая со связями в каждой ячейке (купол Швеллера); звездчатая (купол Фёппля); схема Чивитта; схема «ромб». Звездчатая схема (рис. 12.22) может быть получена из схемы Швеллера поворо том каждого горизонтального кольца на угол л/я, где п - число граней купола. Обычно в звездчатой схеме, длину всех некольцевых стержней принимают одинаковой. Образующая сеть пространственных ромбических ячеек представляет собой правильную сеть Чебышева. Недостатком схем Шведлера и Фёппля является значительное сгущение эле ментов в центральной части. Углы между стержнями становятся очень острыми, что усложняет конструирование узлов и приводит к необходимости устройства центрального кольца большого диаметра. Схема Чивитта лишена этого недостатка. Она состоит из нескольких секторов, каждый из которых равномерно разбит на треугольные ячейки. Число секторов может приниматься любым, в пределах от 6 до 12 (рис.12.22д). В этой схеме, также как и в звездчатой, все узлы яруса лежат в одной горизонтальной плоскости, однако, их число увеличивается от центра к краю в арифметической прогрессии. Число различных стержней и узлов в этой схеме значительно превышает аналогичные показатели звездчатой схемы, архитектурно она менее выразительна, но позволяет отказаться от центрального кольца, упростить и унифицировать узловые соединения. По схеме Чивитта с двенадцатью секторами построены самые большие в мире купольные покрытия в Хьюстоне (США, 1964 г.) пролетом

195,6 м и высотой 28,4 м [63] и в Новом Орлеане (США, 1974 г.) диаметром 207,3 м и высотой 32,0 м [64]. Для подъемистых куполов часто используют комбинацию двух сеток - звездчатой и Чивитта.

Ромбическая сеть (рис. 6) - схема построения сетчатого купола на основе правильной сети Чебышева. Число циклически повторяющихся граней-секторов может быть различно. Отличительной особенностью является равенство длин стержней, расположенных в направлении меридиана. Стержни, расположенные в кольцевом направлении, имеют разные длины. Эта схема построения образует наиболее равномерную сеть. Все линии стержней плавно переходят друг в друга, следуя кривизне конструкции, что позволяет рекомендовать ее для покрытий общественных зданий, требующих наиболее выразительного архитектурного оформления интерьера.

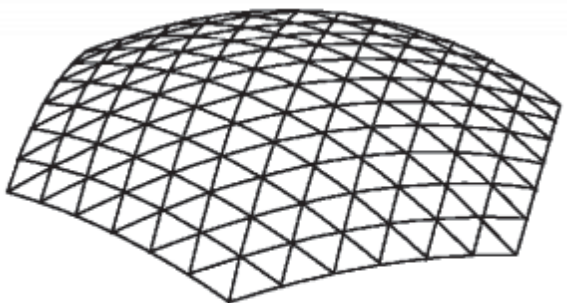


Рис. 6 схема сетчатого купола, основанная на геометрии правильной сети Чебышева

Рис. 7 Образование сетчатой поверхности вращением наклонных образующих

Эффективным методом построения сетчатых поверхностей вращения является метод наклонных образующих [62]. Наклонной образующей может быть любая кривая на заданной поверхности вращения, не лежащая в одной плоскости с осью вращения. Важным частным случаем является плоская кривая. Если две такие кривые на поверхности вращения, наклоненные в разные стороны, вращать с постоянным угловым шагом, то точки пересечения кривых образуют узлы искомой сети (рис. 7). Эти методом можно формировать покрытия из отдельных участков поверхностей вращения, например, многоволновые купола (Рис. 8).

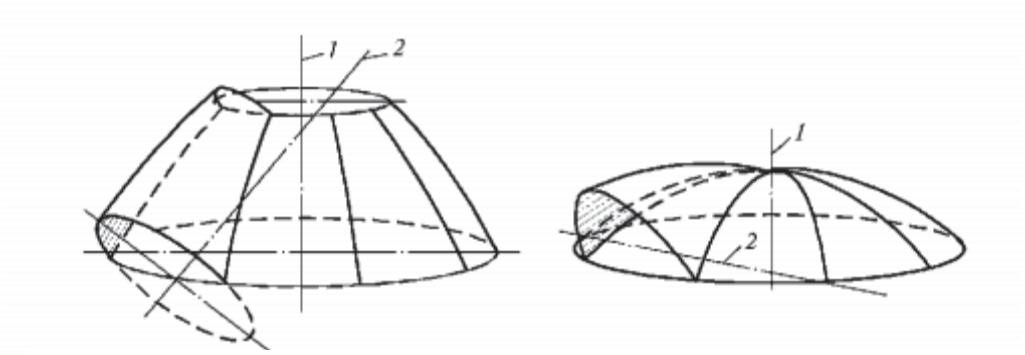


Рис. 8 Многоволновые купола, построенные методом наклонных образующих
1 – ось симметрии купола; 2 – ось вращения образующей

Для сферических куполов большой высоты рационально использование симметрии правильных многогранников-икосаэдра и додекаэдра. Они имеют десять тройных осей вращения и шесть зеркально-поворотных осей десятого порядка. Предложено большое количество вариантов построения сферических сетей с использованием симметрии правильных многогранников. В практике проектирования наибольшее распространение получили два способа: геодезическая сеть на основе додекаэдра (рис. 9); построение 720-гранника на основе усеченного икосаэдра (рис. 10).

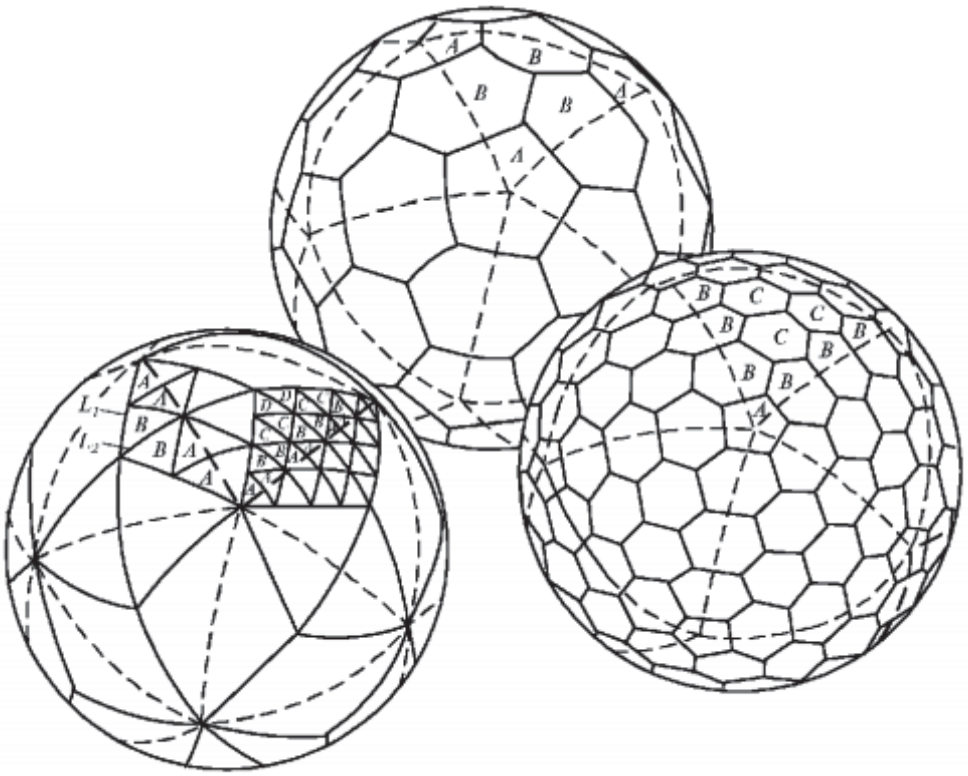


Рис. 9 Построение сферической сети на основе додекайдра

Первый способ заключается в том, что вершины додекаэдра и центральные точки всех его граней проектируют на описанную сферическую поверхность. Полученные точки соединяют дугами большого круга - геодезическими линиями на сфере. Получается исходная сеть, состоящая из шестидесяти одинаковых равнобедренных сферических треугольников. Каждый треугольник разбивается на более мелкие таким образом, чтобы по оси симметрии исходного треугольника укладывалось определенное число одинаковых равнобедренных треугольников. К образовавшейся цепочке треугольников А пристраиваются слева и справа одинаковые треугольники В и так далее.

Рис. 9 Построение сферической сети на основе

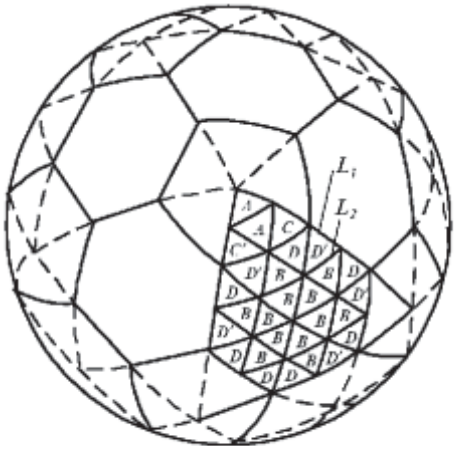


Рис. 10 Построение 720-гранника на основе усечения икосаэдра

Линии разбивки в пределах каждого исходного треугольника представляют собой дуги большого круга, т.е. являются геодезическими линиями на сфере. Поэтому эта схема носит название геодезической. Степень членения может быть любой. В табл. 1 приведены длины сторон плоских граней для первых шести членений исходной сети при радиусе сферы, равном единице. Обозначение длин указано на рис. 10.. С увеличением степени членения число типоразмеров элементов увеличивается линейно. Общее число граней равно 60 m2 ; число типоразмеров панелей, стержней и узлов равны соответственно 2m-1 , 2m, 2m (m - число членений граней додекаэдра).

Таблица 1 - Длины стержней геодезической схемы купола

Тип треуголь-ника	Степень членения одной сети					
	1		2		3	
	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
A	0,640852	0,713644	0,336089	0,389477	0,226257	0,264273
B	–	–	0,313371	0,362843	0,218773	0,255619
C	–	–	–	–	0,206038	0,231817
D	–	–	–	–	–	–
E	–	–	–	–	–	–
F	–	–	–	–	–	–

	4		5		6	
	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
A	0,170287	0,199457	0,136452	0,160035	0,113811	0,13353
B	0,167003	0,195678	0,134739	0,158068	0,112810	0,13242
C	0,161026	0,184914	0,131518	0,152365	0,110892	0,12900
D	0,153316	0,168672	0,127143	0,143473	0,108210	0,12379
E	–	–	0,122041	0,132151	0,104960	0,11672
F	–	–	–	–	0,101353	0,10849

Этот способ разбивки разработан Р.Б. Фуллером.

Во втором способе основой построения является полуправильный многогранник - усеченный икосаэдр, состоящий из двенадцати правильных пятиугольников и двенадцати правильных шестиугольников. Вершины и центральные точки всех 274 его граней проектируются на описанную сферическую поверхность. Полученные точки соединяются дугами большего круга. Получается исходная сеть, состоящая из 180-ти равнобедренных треугольников двух типов. Каждый из полученных треугольников разбивается на четыре более мелких, также как и по первому способу с двумя однотипными треугольниками по высоте. В результате образуется треугольная сеть на сфере, со стоящая из 720-ти ячеек. На рис. 11 приведены длины стержней 180- и 720- гранников для сферы единичного радиуса. Дальнейшее членение сферических треугольников этим способом нерационально, так как приводит к большому числу типоразмеров элементов.

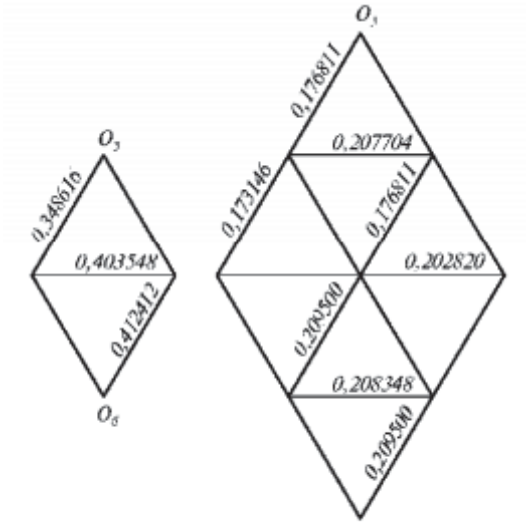


Рис. 11 Длины стержней 180- и 720-гранника

Геодезическая разбивка усеченного икосаэдра имеет следующие характери стики. Общее число граней равно 180 n^2 ; число типоразмеров панелей, стержней и узлов равны соответственно - $\frac{3}{2}n(n + 1)$, $\frac{1}{2}n(n + 1)(n + 2)$ (n - число членени исходного 180-гранника).

Этот способ предложен М.С. Туполевым [50]. Сравнение двух геодезических схем членения с точки зрения минимума типоразмеров стержней и панелей показывает, что в порядке увеличения степени членения наиболее рациональны

схемы Д-1, И-1, Д-2, Д-3, Д-4 и т.д. (Д - додекаэдр, И - икосаэдр, цифра обозначает число членений исходной сети), 270-гранник по системе «Икосаэдр» не имеет преимуществ по сравнению с системой «Додекаэдр». Расчет геометрических параметров всех рассмотренных схем построения куполов (декартовы и цилиндрические системы координат узлов, длины стержней, углы между стержнями, площади граней и др.) может быть выполнен на ЭВМ по про грамме GECON, разработанной в институте ЦНИИ проектстальконструкция. Одной из разновидностей сетчатых куполов являются пластинчато-стержневые купола. Они собираются из отдельных панелей, полученных изгибом алюминие-вых листов толщиной от 2 до 4 мм. Панели соединяют между собой на болтах с помощью специальных узловых деталей. Несущий каркас образуют ребра изогну-тых панелей и дополнительные стержневые элементы, а плоские грани панелей выполняют функции ограждающих конструкций. Идея совмещения функций была использована при разработке купольных конструкций зданий вагоноремонтных депо в городах Батон-Руж (США, 1958) и Вуд-Ривер (США, 1964). Оба купола имеют одинаковые размеры: диаметр - 117 м и высоту - 36,6 м [47]. В США пластинчато-стержневые сферические купола пролетом от 25 до 70 м и высотой от 3,5 до 20 м серийно изготавливает фирма Temcor. Средний расход алюминиевых сплавов составляет около 14,3 кг на 1 м 2 поверхности. Оригинальная конструкция пластинчато-стержневого купола разработана в ЛенЗНИИЭП, отличительной особенностью которой является отсутствие специальных узловых соединительных элементов. Она состоит из несущих листовых металлических панелей (пластинчатых элементов), и дополнительных стержневых элементов. Несущие панели выполняют также и ограждающие функции. Пластинчатые элементы изготавливаются в заводских условиях из алюминиевых листов толщиной 2 и 3 мм, размером 4,0x1,2 м. Изготовление сводится к отбортовке кромок и перегибанию листов. Соединения - болтовые вдоль отбортовок. Сборные элементы легко перевозятся компактными пакетами. Наиболее ответственным и сложным узлом конструк ции куполов всех типов

является узел присоединения ребер к нижнему кольцу и опирания кольца на нижележащие конструкции.

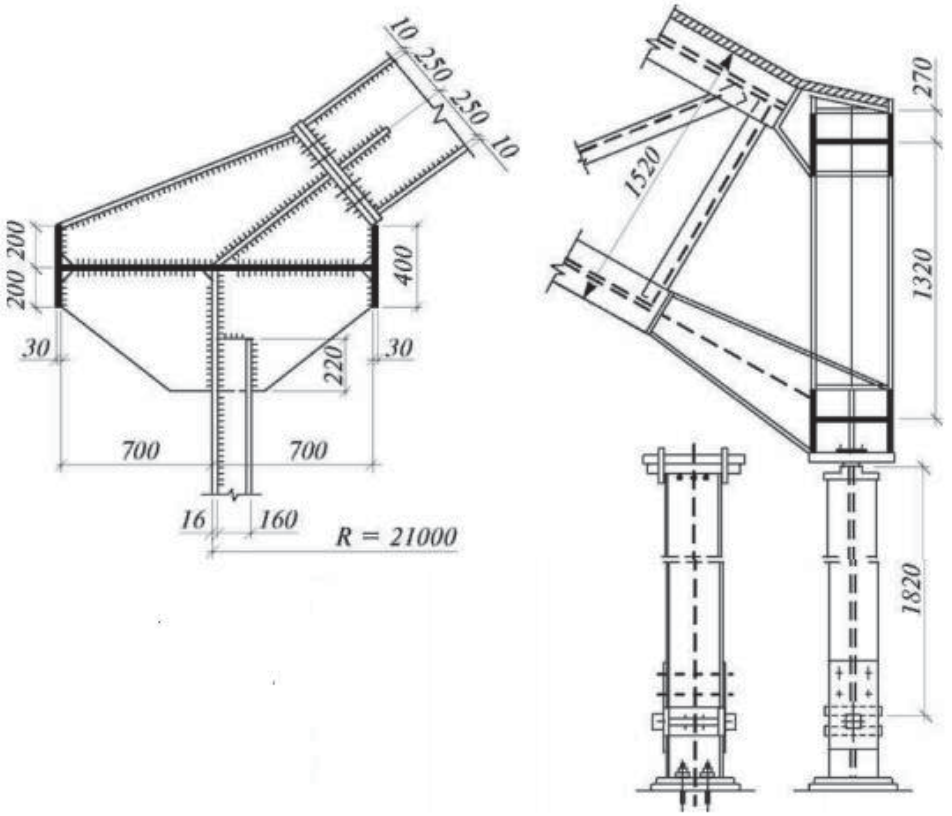


Рис. 12 Примеры решения опорного узла

На рисунке 12 приведены примеры решения этого узла для ребристо-кольцевого купола диаметром 42 м и двухсетчатого купола диаметром 196 м. Нижнее растянутое кольцо конструируется обычно в виде сварного двутавра. В ребристых и ребристо-кольцевых куполах для увеличения изгибной жесткости кольца в горизонтальной плоскости двутавр располагается лежа. Сетчатые купола сами по себе имеют большую пространственную жесткость в горизонтальном направлении, поэтому при их проектировании опорное кольцо стремятся развить по вертикали. Вертикальное расположение двутавра обеспечивает также максимальную жесткость на восприятие равномерно распределенных по кольцу радиальных крутящих моментов, которые вызывают в кольце изгиб относительно горизонтальной оси. Прежде всего, необходимо правильно центрировать узел - оси стержней, примыкающих к кольцу, и ось вертикальной опорной реакции должны пересекаться в горизонтальной плоскости, проходящей через центр тяжести кольца. При этом осевая линия кольца не обязательно должна проходить

через центр узла - фактический диаметр кольца может быть несколько уменьшен или увеличен.

Кольцо обычно шарнирно опирают на фундамент или вертикальные колонны. В большепролетных куполах желательно обеспечить свободу перемещений кольца в радиальном направлении. Это достигается использованием Катковых опор или коротких качающихся стоек.

При проектировании сетчатых куполов часто используются узловые соединения, которые первоначально были разработаны для плоских перекрестно-стержневых структурных конструкций (рис. 3).

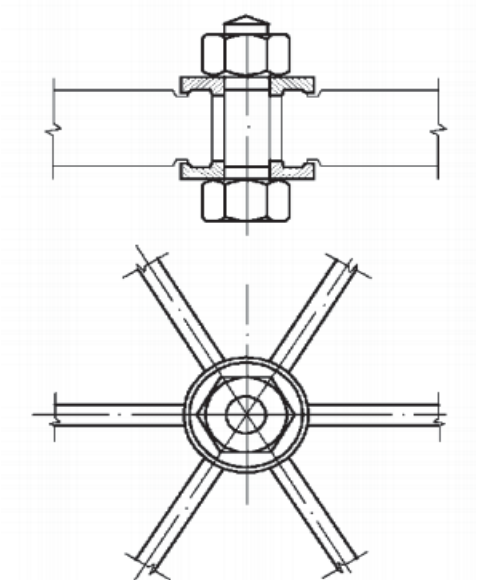


Рис. 13 Узел системы Цейсе

В этих конструкциях длины всех элементов одинаковы, узловые детали однотипны. Количество типоразмеров конструктивных элементов определяется градацией сечений в зависимости от требуемой несущей способности. В сетчатых же куполах стержни каркаса незначительно отличаются по длине, имеют малый разброс расчетных усилий и поэтому могут быть запроектированы одного сечения. Однако стержни сетчатых оболочек в каждом из узлов имеют различную пространственную ориентацию. Использование при конструировании сетчатых куполов узлов типа «Меро» приводит к необходимости индивидуального изготовления большого количества типоразмеров узловых элементов, что возможно лишь с применением специализированного оборудования на основе металлообрабатывающих станков с программным управлением. В связи с этим при проектировании сетчатых куполов стремятся применять такие решения узловых соединений, которые обеспечивают возможность их использования не только при конкретных геометрических раз мерах, но и при отклонении этих размеров на определенную величину. Этим требованиям удовлетворяет узел типа «Октаплатт» с полым шаром, к которому приваривают торцы круглых труб. Однако это соединение требует сборки

конструкции на сплошных лесах, а главное, - очень высокой точности изготовления и большого объема сварочных работ. Сварное узловое соединение типа «SDC» (рис. 14) в этом отношении предпочтительнее, т.к. допускает регулирование поясных элементов по длине. Достигается это тем, что узловой элемент, состоящий из двух половин, имеет патрубки, внутрь которых свободно вкладываются концы стержней.

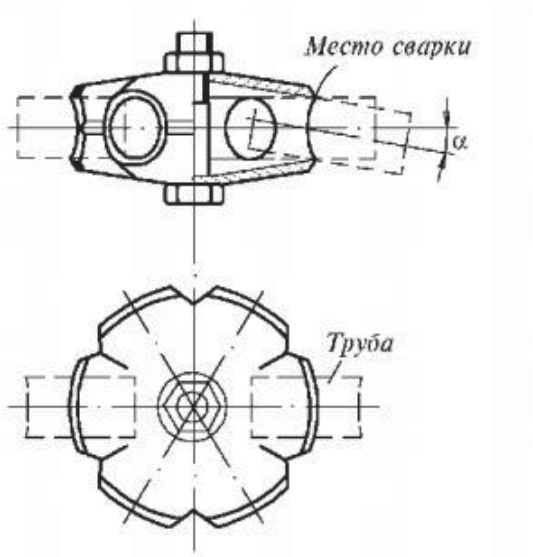


Рис. 14 Узловое соединение стержней из труб типа «SDC»

Для создания сетчатых оболочек может быть также использовано узловое соединение на ванной сварке типа ЦНИИСК(рис.3 з). Приемлемым решением узла для сетчатых сферических куполов является узловое со единение типа «IFI» и его прототип - узел «Цейсе» (рис. 13). Оно обеспечивает со единение различного числа стержней независимо от их взаимного расположения. Недостатком является изготовление всех элементов конструкции с машиностроительной точностью, которая в 5-10 раз превышает обычную точность изготовления строительных металлоконструкций.

1. ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА

1.1 Цели и задачи патентных исследований

Патентные исследования представляют собой совокупность операций по научно обоснованному поиску, отбору и анализу описаний отечественных и зарубежных изобретений, а также патентной, научно-технической, экономической, правовой информации с целью синтеза прогрессивных технических решений [10], подготовлено заявление на изобретение

Целью патентных исследований в научно-исследовательской работе является определение достигнутого технического уровня и тенденций развития вида техники, к которому относятся разрабатываемый объект, т.е. сетчатая купольная конструкция, а также повышение научно-технического уровня применяемых технических решений.

С помощью патентного поиска возможно решить следующие задачи:

- Проверка уникальности изобретения;
- Определение особенностей нового продукта;
- Определение нового продукта в других сферах;
- Выявление ближайших аналогов изобретения .
- Получение информации о изобретателей и компаниях, получивших патенты на изобретения.
- Поиск новых новинок в исследуемой области;
- Получение информации о патентах в смежных областях;
- Поиск дополнительной информации материалов;
- Определения состояния исследований в интересуемом технологическом поле;
- Сравнение своей и чужой интеллектуальной собственности.

1.2. Порядок работы.

Глава посвящена проведению поиска патентов, выполнен их анализ и сравнение с предлагаемыми техническими решениями, по итогам сформулированы выводы.

Предмет поиска: Сетчатые купольные конструкции.

Страны поиска: Российская Федерация (СССР).

Глубина поиска с 1966 по 2017г

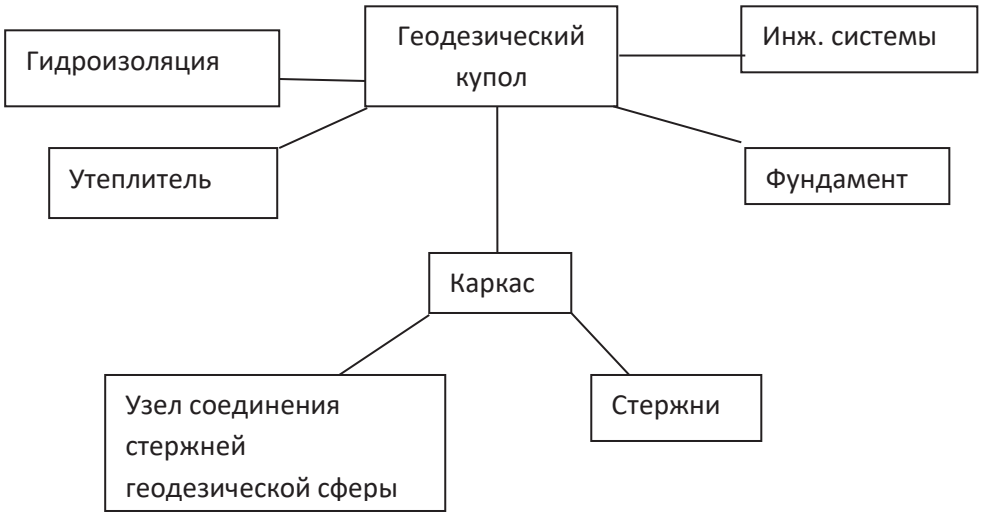
1.3. Результаты поиска

- 2034964 (10.05.1995) Узел соединения стержней геодезического купола.
- 2054097 (10.02.1996) Узловое соединение трёхслойных панелей геодезического купола
- 165765 (10.11.2016) Узел углового соединения
- 165765 (10.11.2016) Узел углового соединения.
- 172014 (17.03.1966) Сетчатое купольное покрытие большепролетных зданий и сооружений.
- 594271 (02.02.78) Сетчатый купол

1.4. Анализ патентов

2034964 (10.05.1995) Узел соединения стержней геодезического купола.

Комплексная схема:



Изменения: Известны прототипы авторское свидетельство СССР N 750003, кл. E 04B 1/56, 1980. и Патент Германии N 3810401, кл. E 05B 1/19, 1983. Недостатком этого узла является невозможность формирования геодезических стержневых куполов заданной геометрии с необходимым углом наклона стержней

с сохранением прецизионной точности сборки купола, так как положение отверстий и вкладышей строго фиксировано.

Изобретение позволяет монтировать стержни купола под необходимым углом наклона;

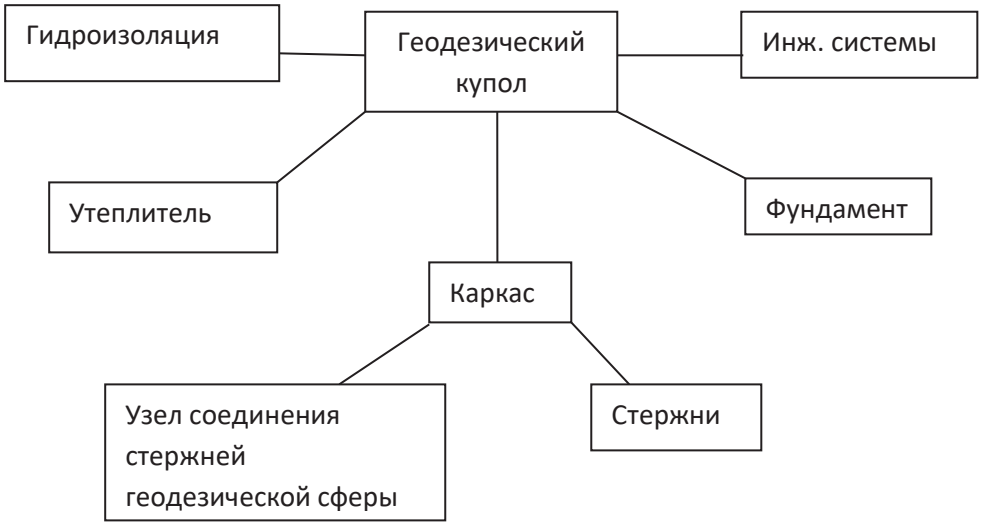
Используемый прием: принцип местного качества;

Нормы в области строительства, связанные с техническим решением по патенту: нарушений не найдено;

Собственная оценка решения по патенту: Неплохое решение.

2054097 (10.02.1996) Узловое соединение трёхслойных панелей геодезического.

Комплексная схема:

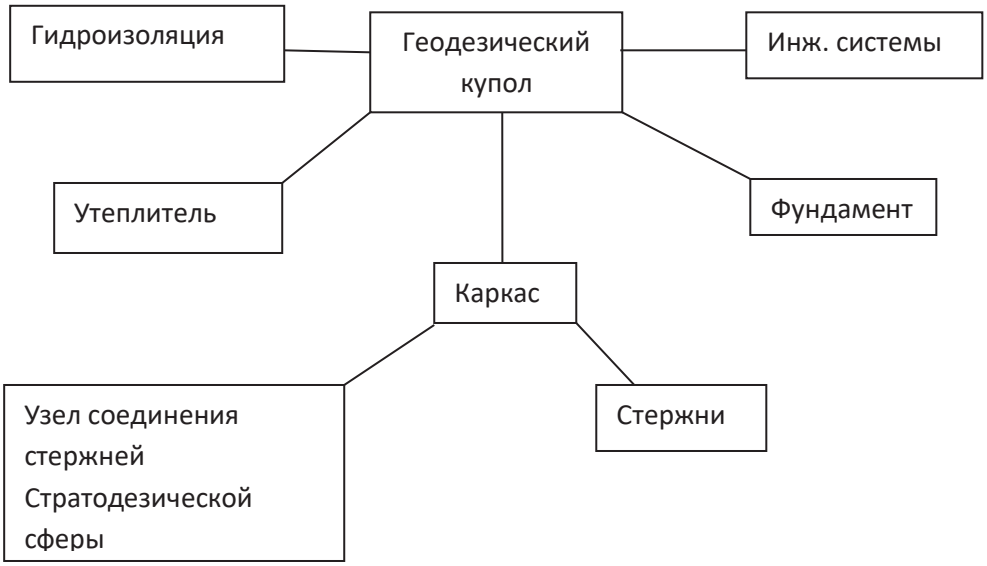


Известны прототипы: авторское свидетельство Авторское свидетельство СССР N 1071718, кл. E 04B 1/58, 1984. 2. и авторское свидетельство СССР N 771275, кл. E 04B 1/58, 1960. Недостатком этого соединения являются трудоемкость и длительность монтажа, а также невозможность его использования в покрытиях теплых купольных сооружений. Изобретение относится к строительству и может быть использовано для соединения трехслойных панелей геодезического купола;

Принцип предварительного действия (б);

165765 (10.11.2016) Узел углового соединения.

Комплексная схема:



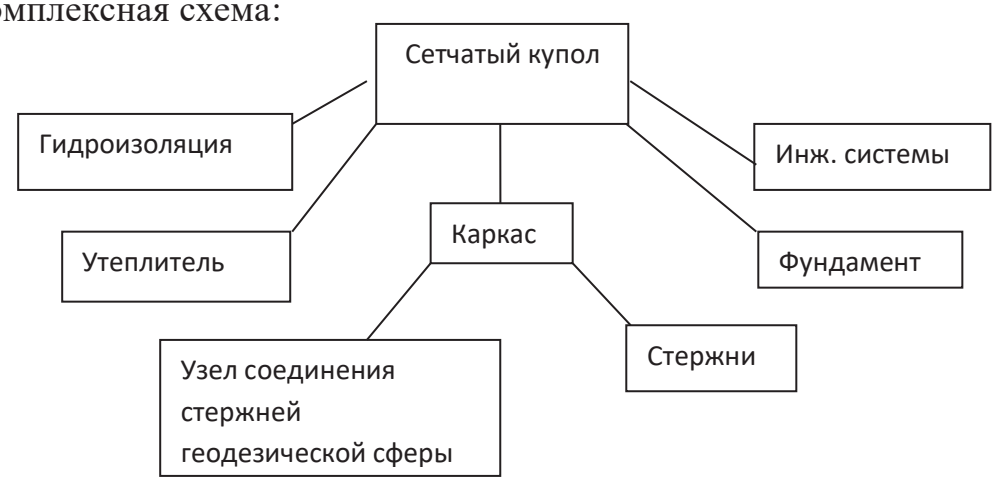
Прототип конструкции неизвестен. Изобретение относится к строительству и может быть использовано для строительства статодезических куполов. Недостатком технологии является - при строительстве купола необходимо дополнительное усиление каркаса путём привинчивания наружного слоя опалубки, а преимущество – бесконнекторная сборка купола.

Принцип дробления

Собственная оценка решения по патенту: хорошее решение..

172014 (17.03.1966) Сетчатое купольное покрытие большепролетных зданий и сооружений.

Комплексная схема:



Изобретение относится к строительству и может быть использовано для строительства сетчатых купольных сооружений.

Прототип конструкции неизвестен.

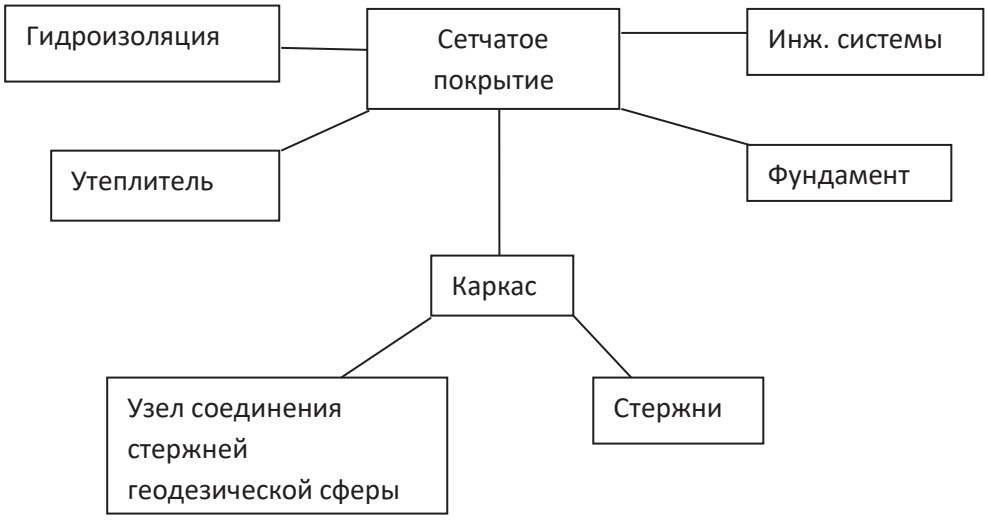
Недостатком технологии является односетчатая (однослойная или одноярусная) конструкция, которая нуждается в специальных коннекторах для обеспечения устойчивости и прочности.

Принцип дробления

Собственная оценка решения по патенту: отличное решение.

SU 1747625A1 (07.08.91) Сетчатое покрытие

Комплексная схема:



Изобретение относится к строительству и может быть использовано для строительства сетчатых купольных покрытий.

Прототип конструкции неизвестен.

Недостатком технологии является односетчатая (однослойная или одноярусная) конструкция, которая нуждается в специальных коннекторах для обеспечения устойчивости и прочности.

Противоречие: + Экономия материалов, + Прочность, -сложность монтажа

Принцип дробления

Увеличение степени идеальности ТС;

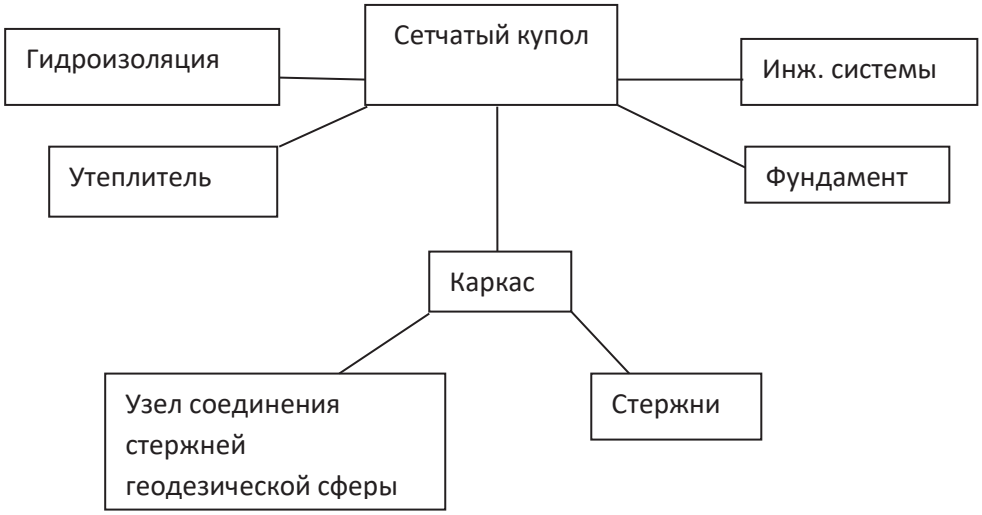
Уровень ТС по Альтшуллеру: 3;

Нормы в области строительства, связанные с техническим решением по патенту: нарушений не найдено.

Собственная оценка решения по патенту: отличное решение

594271 (02.02.78) Сетчатй купол

Комплексная схема:



Изобретение относится к строительству и может быть использовано для строительства сетчатых купольных конструкций.

Прототип конструкции является сетчатый купол, включающий центральную часть из пяти равных секторов с геодезической частью треугольных ячеек, построенную на основе членения граней одного из правильных многогранников, гексаэдра и додекаэдра и периферийную часть с равнобедренным треугольными ячейками с постоянным их членением в каждом ярусе. Между центральной и периферийной частями купола расположены соединительное ячейки. Сочетание двух схем – геодезической и звёзчатой устраняет концентрацию материала в верхней части. Однако такое сочетание возможно для сравнительно редкой сетки членения, при отношении длинны стержня к радиусу кривизны не меньше 1:5, что ограничевает область применения такого конструктивного решения пролётав 30-40м.

Недостатком технологии – в месте стыковки двух типов купольных систем образуется слабое место.

Принцип сфероидальности

Собственная оценка решения по патенту: удовлетворительное решение.

1.5. Анализ предлагаемого технического решения

Компонентная схема:

Технический результат заявляемого изобретения заключается в обеспечении дополнительной устойчивости сборного купольного покрытия, увеличении прочности конструкции, уменьшении времени монтажных и демонтажных работ, снижении материалоемкости при строительстве.

Главный недостаток: Высокая сложность конструкции.

Противоречие:

Нужно создать «лучший параметр», но при этом на конструкцию возможно действие вредных факторов.

Приём использовавшийся для поиска инновационного решения для новой патентной заявки.

С помощью таблицы выбора приемов устранения технических противоречий были выбраны следующие приёмы:

- Принцип перехода в другое измерение;
- Принцип посредника;
- Принцип сфероидальности;
- Принцип «заранее подложенной подушки».

Уровеннь технических решений по Г.С. Альтшуллеру: второй уровень – изменена исходная задача, изменено привычное решение.

1.6. Выводы по итогам анализа патентов.

Проанализировав существующие патенты сравнив их с техническим решением, можно сделать, анализ патентов представляется полезной методологией для исследования непрерывных потоков знаний из науки в сферу строительных технологий и является нужным процессом при оценке значимости выбранной темы.

В результате, было найдено большое количество объектов интеллектуальной собственности, найден прототип предлагаемой конструкции, а также сформирована заявка на изобретение (приложение Б), в которой совершенствовались такие показатели, как удобство монтажа, скорость как монтажа, так и демонтажа, удобство изготовления, понижение стоимости и лёгкость.

Прием перехода в новое измерение

Типовое инструкция имеет геометрическое решение в виде пространственной поверхности принц

2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1. Описание конструкции

Общий вид сетчатой конструкции представлен на рис. 5.

Основание купола d=24,3 (м), а высота равна 5,3 (м).

Каркас купола состоит из модулей, который в свою очередь состоят из арматуры композитной полимерной для армирования бетонных конструкций (АКП) с диаметром в 10 мм Рис 6 [129], соединённых специальными зажимами для стальных канатов рис 7 [130], а также имеющие специальные тяги из (АКП) диаметром в 10мм, соединённые специальными зажимами для стальных канатов. См. метод сборки в приложении В.

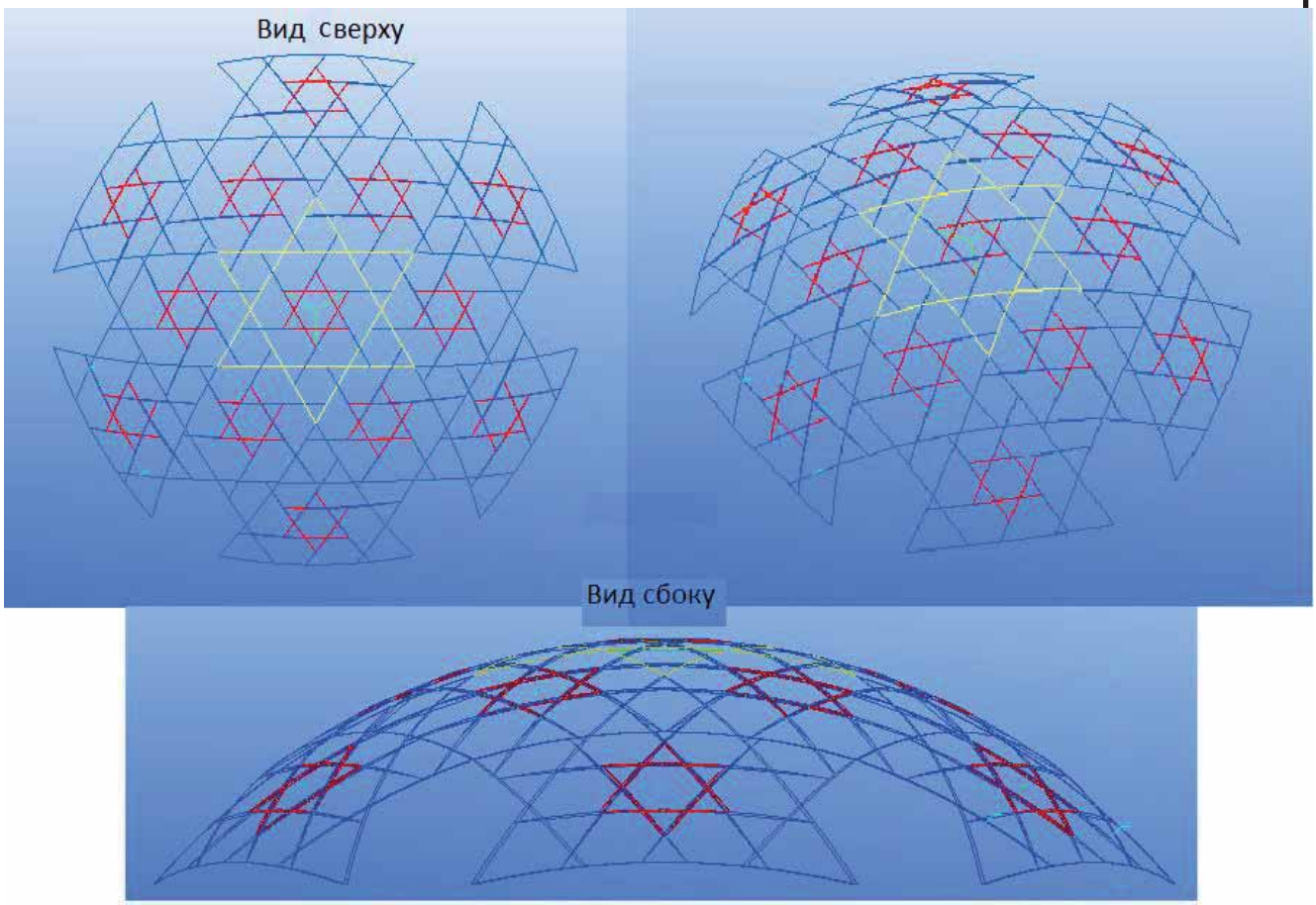


Рис. 5. Общий вид сетчатой купольной конструкции

Рис. 6. Бухта композитного полимерного арматурного материала

2.2. Обоснование принятых решений.

2.2.1. Выбор основного материала.

Правильный выбор материала для элементов конструкции является важнейшей задачей, так как по большей части именно от материала зависят технико-экономические решения и эксплуатационные характеристики объекта

Важными характеристиками любого материала являются его прочностные характеристики на срез, сжатие и растяжение.

Главной задачей было получение наименьшей массы и стоимости. При этом конструкция должна быть достаточно жесткая.

При выборе материала было рассмотрено два варианта АПК и сталь 09Г2С

В результате сравнения стоимости конструкции этих материалов в качестве материала для климатического районов 1 и 2 и 3 была выбрана стальная конструкция, а для климатических района 4 – конструкция из АПК.

3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Согласно Методическим рекомендациям для определения затрат, связанных с осуществлением строительно-монтажных работ вахтовым методом [95], расходы по сооружению вахтовых поселков (стоимость сборки и разборки инвентарных жилых и общественных зданий и инженерных сооружений временного пользования, устройство оснований и фундаментов под них, вводов инженерных сетей, благоустройство поселка), амортизационные отчисления или арендная плата, расходы на текущий ремонт мобильных (инвентарных) зданий, перемещение конструкций и деталей жилых и общественных контейнерных и сборно-разборных мобильных (инвентарных) зданий на строительную площадку со склада и на склад включены в затраты на организацию вахтового метода работ. В эту стоимость так же входит:

- Приобретение мобильных (инвентарных) зданий и сооружений для временного поселения, а также оборудования, оснащения, включая хозяйственный инвентарь, в сметную стоимость на сооружение объекта строительства не включаются.
- Стоимость инвентарных зданий и сооружений (передвижных, контейнерных, сборно-разборных), приобретенных за счет средств подрядной организации, включается в основные фонды подрядной организации по мере их поступления и постановки на учет. В этом случае при использовании на строительстве инвентарных зданий и сооружений, числящихся в основных средствах строительно-монтажных организаций, их стоимость переносится на стоимость строительно-монтажных работ через амортизационные отчисления, которые включаются в расчет затрат по вахтовому методу производства работ.
- Стоимость зданий и сооружений числящиеся в основных фондах Заказчика переносятся на стоимость строительно-монтажных работ через арендную плату, которую Заказчик предъявляет подрядчику (по отдельному договору) на использование зданий и сооружений для временного поселения (вахтового поселка) на период строительства объекта.

Таким образом, эффективность организации вахтового поселка напрямую влияет на стоимость стоимость работ.

Таблица 2 - Расчет стоимости купольного здания.

Материал	кол-во, шт	Вес, кг	Цена 1, кг	Цена общая
Стеклопластиковая армтура (Стержни), бухта с d=10 (мм)	27	162	170	27540
Стеклопластиковая арматура (Тяги), бухта с d=10 (мм)	18	162	170	17520
Зажим для стальных канатов, шт (для соеденения модулей)	684	164	52	44460
Зажим для стальных канатов, шт (для гнутого уголка)	1752	465,5	52	91104
Зажим для стальных канатов, шт (для тяг)	438		52	22776
Диск с отверстиями d=155 и шир 3	146	147	42	6130
Гнутый уголок 3х85х155 (элемент крепления арматуры)	438	265	69,5	18400
Резчик арматуры гидравлический	1	1	7500	7500
Теплоролл t=100мм (вес 25кг/м3)		1160	18.5	42920
Окно из пленки ETFE	13		5000	65000
Дверь	1			8000
Печь длительного горения	1			12000
Генератор	1			20000

Итого		2526		383350

Площадь на 1 проживающего (жилая и вспомогательная) определены на основании СанПин 42-121-4719-88 « Санитарные правила устройства, оборудования и содержания общежитий для рабочих, студентов, учащихся средних специальных учебных заведений и профессионально-технических училищ».

П.3.6. Жилая площадь в общежитиях должна быть не менее 6 м^2 на 1 человека. В каждой комнате разрешается проживание не более 3 человек, а в отдельных случаях (общежития для учащихся ПТУ, кратковременное поселение рабочих и служащих) - не более 4 человек. Высота жилых помещений должна быть не менее 2,5 м [94].

Согласно Методические рекомендации для определения затрат, связанных с осуществлением строительно-монтажных работ вахтовым методом [95], площадь м² на чел. составляет 6 м² для общежития, 9 м² для семей и 1,02 м² для столовой.

Площадь проектируемого купольного здания составляет 452 м². За вычетом перегородок и коридоров приблизительно 300 м², что позволит разместить в одном здании до 50 человек в формате общежития, до 30 человек в формате семей. Если говорить о столовой, либо помещениях подобного назначения, то возможно будет уместить порядка 300 человек в одном здании.

Так как площадь ограждающей поверхности при таком размещении и при таком типе конструкции стремиться к минимуму, в условиях I климатической зоны здание отвечает требованиям энергоэффективности.

Примем конструкцию как жилое здание формата общежития. Таким образом, затраты на строительство в расчете на 1 человека составят 10,8 тыс. рублей.

Для сравнения рассмотрим одно из популярных решений Бытовка "Север-15", 1 шт на 4 чел, 4х2х2м, без электроисполения.

Таблица 3– Рассчет стоимости бытовки

Материал	Количество, шт.	Цена 1 шт.	Цена общая, руб.
Бытовка "Север-15", 1 шт на 4 чел, 4х2х2м, без электроисполения	4	125000	125000,0
Генератор, 6 кВт (основной/резерв)	1	20000	2000,0
транспортировка из Челябинска до Новый Уренгой	1 рейс	120000	120000,0
Итого:			247000,000

Бытовка размещает 4х человек, следовательно затраты в расчете на 1 человека составят 61,7 тыс. рублей.

Таким образом, доказана экономическая экономическая эффективность рассматриваемой в рамках настоящего исследования купольной конструкции, в сравнении с бытовкой «Север – 15».

Приложение А

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1747625 A1

(51)5 E 04 B 7/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4857293/33
(22) 07.08.91
(46) 15.07.92. Бюл. № 26
(71) Центральный научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций им. Н.П.Мельникова
(72) Э.Э.Паповян, Г.П.Кандаков и В.Н.Лазутин
(53) 624.074.2 (088.8)
(56) Липницкий М.Е., Купола. Л.: Изд-во литры по строительству, 1973, с. 98.

2

(54) СЕТЧАТОЕ ПОКРЫТИЕ

(57) Использование: в куполах, воздухоопорных оболочках. Сущность изобретения: сетчатое покрытие состоит из упругих стержней, предварительно изогнутых из полости оболочки, которая выполнена из материала с пределом прочности, не превышающем распора в стержнях. 3 з.п.ф-лы, 11 ил.

Изобретение относится к строительству сетчатых покрытий, например куполов, а также для авиастроения воздухоопорных оболочек, в радиотехнике и космонавтике для создания отражающих поверхностей: антенн, солнечных космических парусов.

Цель изобретения – снижение материалоемкости.

На фиг. 1 показано сетчатое покрытие, общий вид; на фиг. 2 – фрагмент покрытия; на фиг. 3 – разрез А-А на фиг. 2; на фиг. 4 – вид сетчатое покрытие с затяжками из тросов; на фиг. 5 – фрагмент покрытия с затяжками; на фиг. 6 – разрез Б-Б на фиг. 5; на фиг. 7 – фрагмент плана покрытия с армированной оболочкой; на фиг. 8 – узел крепления оболочки с помощью магнита; на фиг. 9 – разрез В-В на фиг. 8; на фиг. 10 – дирижабль с сетчатым покрытием; на фиг. 11 – сетчатое покрытие склада.

Сетчатое покрытие включает отдельные стержни 1, которые предварительно изогнуты из плоскости оболочки 2 и соединены с оболочкой в узлах 3. В случае необходимости повышения устойчивости сооружения установлена затяжка из троса 4, расположенная между узлами 3 крепления.

Оболочка может быть армирована накладными лентами 5 (или тросами) при необходимости. Возможен вариант решения узла крепления с круговыми магнитами 6 для радиотехнических и космических отражающих поверхностей.

Стержни покрытия выполнены в виде предварительно изогнутых упругих элементов. За счет этого создается конструкция на безе растянутых поверхностей.

Длины стержней и пролеты оболочки между узлами крепления подбирают таким образом, чтобы оболочка работала на растяжение. Одним из важных требований является выполнение оболочки из материала с пределом прочности, превышающим напряжение, вызываемое в ней распором в стержнях.

При действии больших ветровых нагрузок или при покрытии больших размеров, для учета масштабности нагрузок, а также при неравномерных нагрузках для повышения устойчивости сооружения между узлами крепления устанавливают затяжку из троса, длина которой подбирается таким образом, чтобы она вступала в работу в момент достижения напряжения в оболочке, превышающего предел прочности материала

(19) SU (11) 1747625 A1

оболочки. Происходит перераспределение усилий и исключается разрыв оболочки. Таким образом, трос выполняет роль страховочного элемента.

При работе покрытия максимальные напряжения в оболочке возникают по линии действия распора между узлами. Обычно толщина оболочки принимается постоянной, соответствующей напряжениям в этих местах. Для уменьшения материалоемкости при больших пролетах между узлами возможно выполнение армирования (усиления) оболочки между узлами по линии распора, при этом толщина остальной площадки оболочки может быть уменьшена (фиг. 7).

Армирование выполняется в виде тросов, наплывов, накладных лент.

С целью ускорения и упрощения монтажа узел крепления стержней к оболочке может быть выполнен с круговыми магнитами, а оболочка выполнена с магниточувствительным напылением (фиг. 8).

На фиг. 10 и 11 показаны примеры применения сетчатого покрытия в дирижабле и покрытия складок.

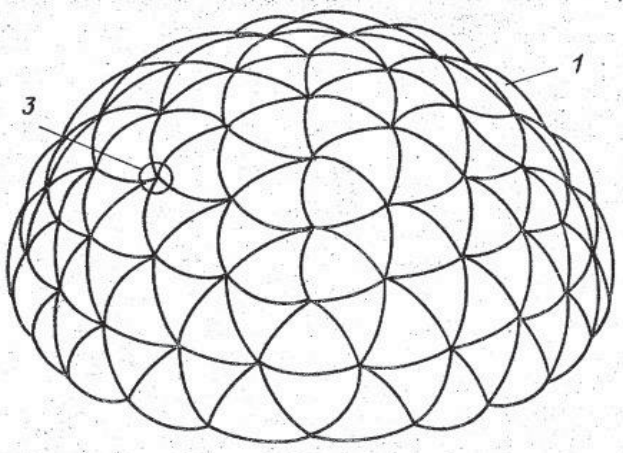
Формула изобретения

1. Сетчатое покрытие, включающее стержни, размещенные под ними оболочку и узлы крепления стержней к оболочке, отличающееся тем, что, с целью снижения материалоемкости, стержни выполнены в виде предварительно изогнутых упругих элементов.

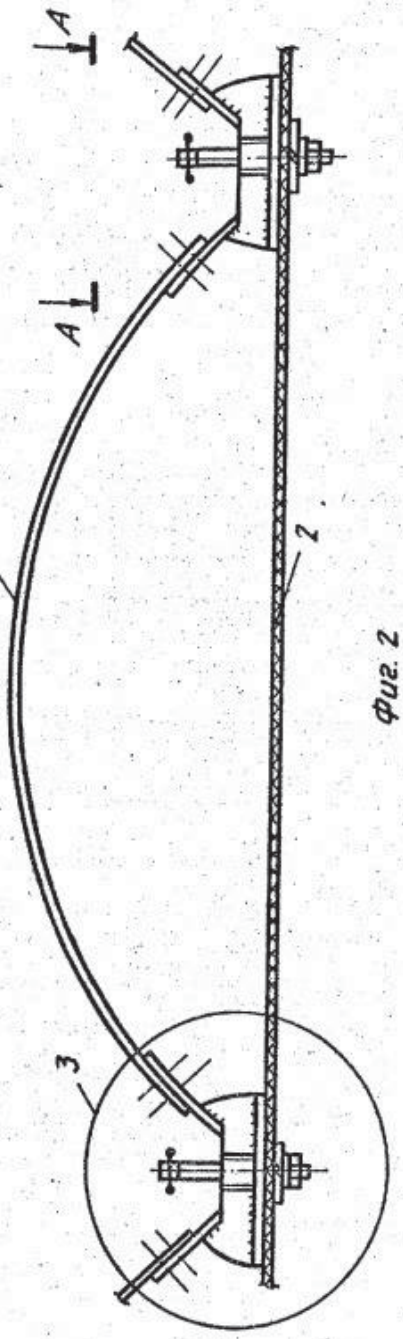
2. Покрытие по п. 1, отличающееся тем, что, с целью повышения устойчивости, оно снабжено установленными между узлами крепления затяжками в виде тросов.

3. Покрытие по п. 1, отличающееся тем, что оболочка выполнена армированной.

4. Покрытие по п. 1, отличающееся тем, что, с целью упрощения монтажа, оно снабжено установленными в узлах крепления круговыми магнитами, а оболочка выполнена с магниточувствительным напылением.



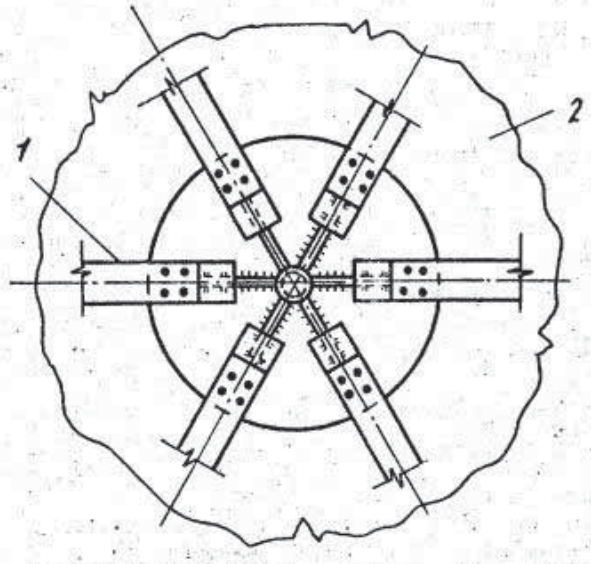
Фиг. 1



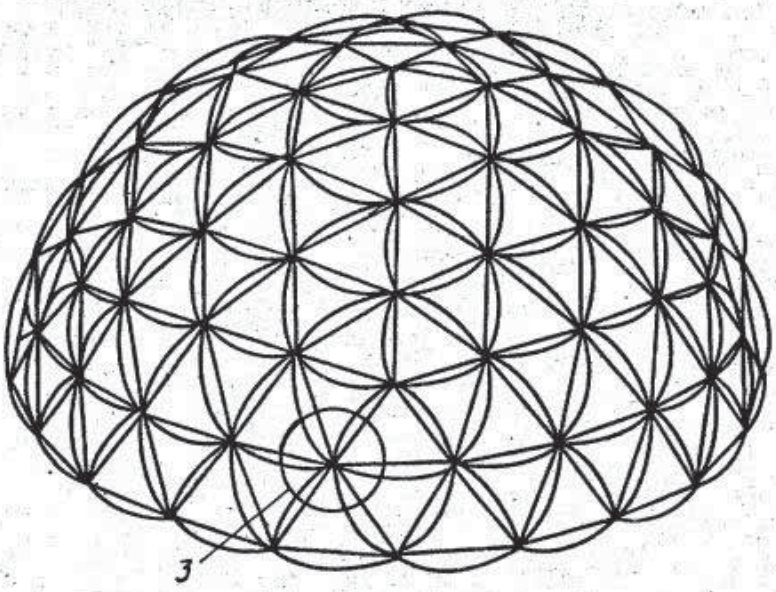
Фиг. 2

1747625

А - А

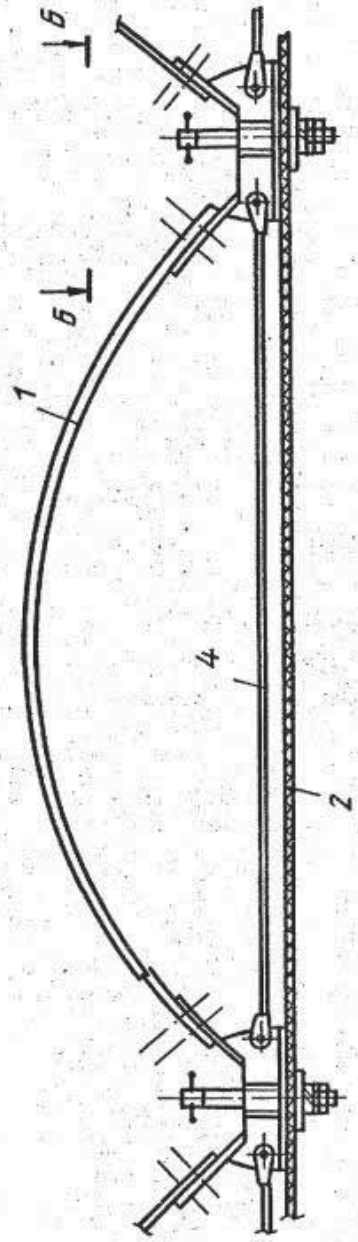


Фиг. 3



Фиг. 4

1747625

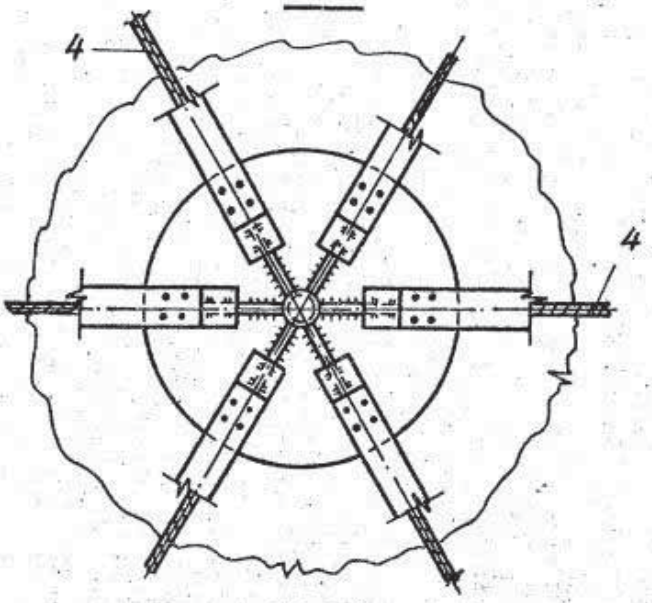


Фиг. 5

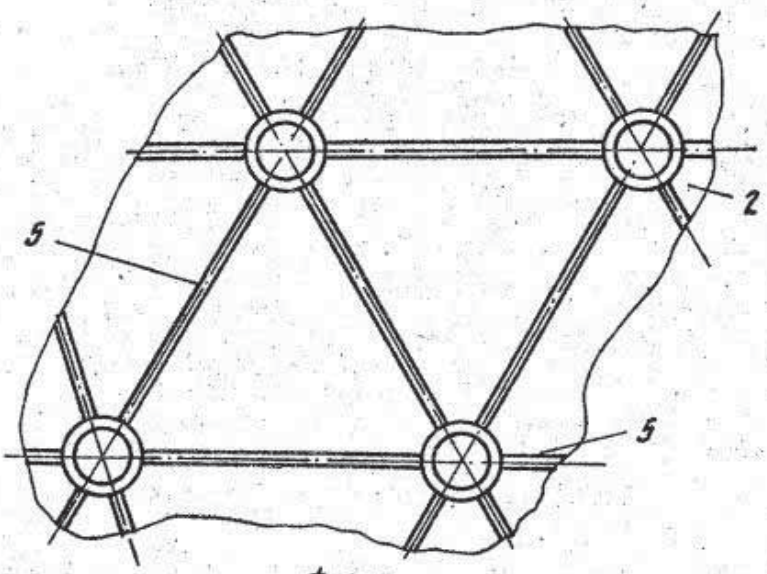
					АС-392-08.04.01-2018-161-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1747625

б - б

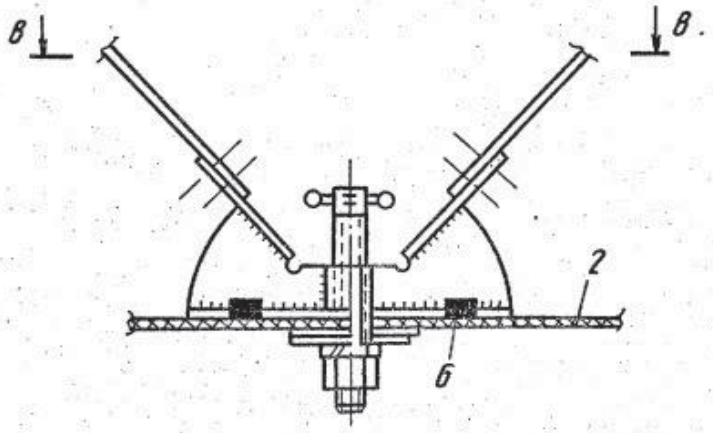


Фиг. 6



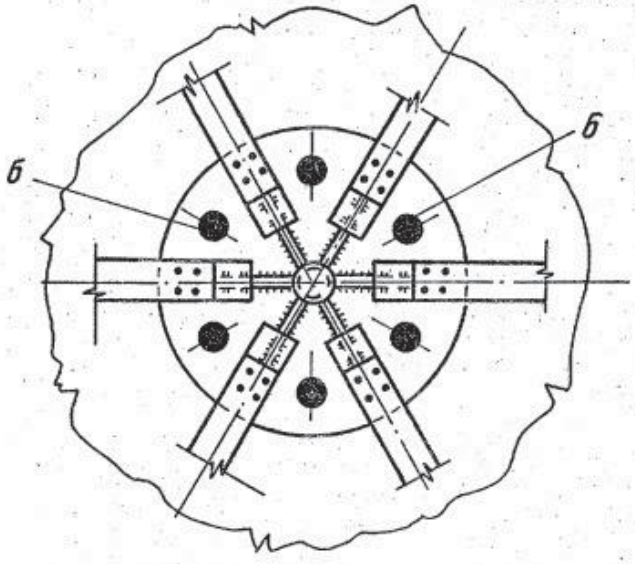
Фиг. 7

1747625



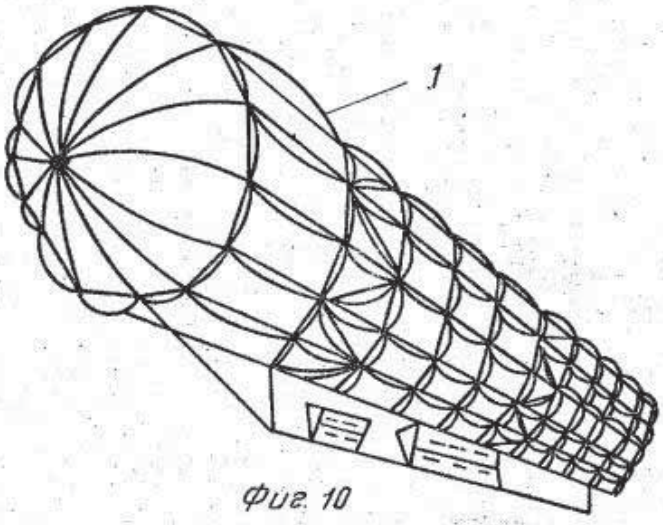
фиг. 8

в - в

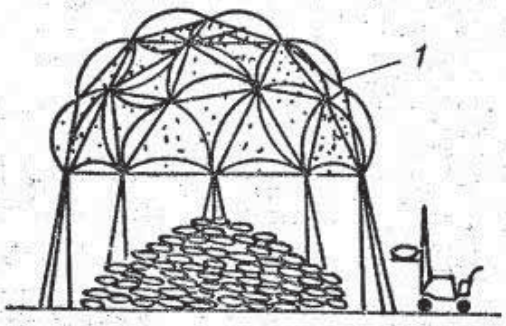


фиг. 9

						Лист
					АС-392-08.04.01-2018-161-ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Фиг. 10



Фиг. 11

Составитель Г.Кузьминова
Редактор М.Васильева Техред М.Моргентал Корректор С.Черни

Заказ 2480 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101

прототип

Взамен ранее изданного

Союз Советских Социалистических Республик

Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

172014

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 18.VI.1964 (№ 906875/29-14)

с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 22.VI.1965. Бюллетень № 12

Дата опубликования описания 17.III.1966

Кл. 37а, 6

МПК E 04b

УДК 69.024.4(088.8)

Автор изобретения М. С. Туполев

Заявитель —

11

СЕТЧАТОЕ КУПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1

Известные сетчатые купольные покрытия большепролетных зданий и сооружений, имеющие каркас из взаимно пересекающихся стержней, являются податливыми.

Цель настоящего изобретения — увеличение несущей способности и жесткости таких покрытий. Для этого каркас купола выполняется из стержневых треугольников, которые объединены в многоугольники. Вершины многоугольников, в свою очередь, соединены гибкими тягами (связями), расположенными внутри каждого многоугольника, причем гибкие связи обеспечивают неизменяемость всей системы в целом.

Для ограждающих конструкций купола предлагается применять легкие, прозрачные плоские или пространственные панели.

2

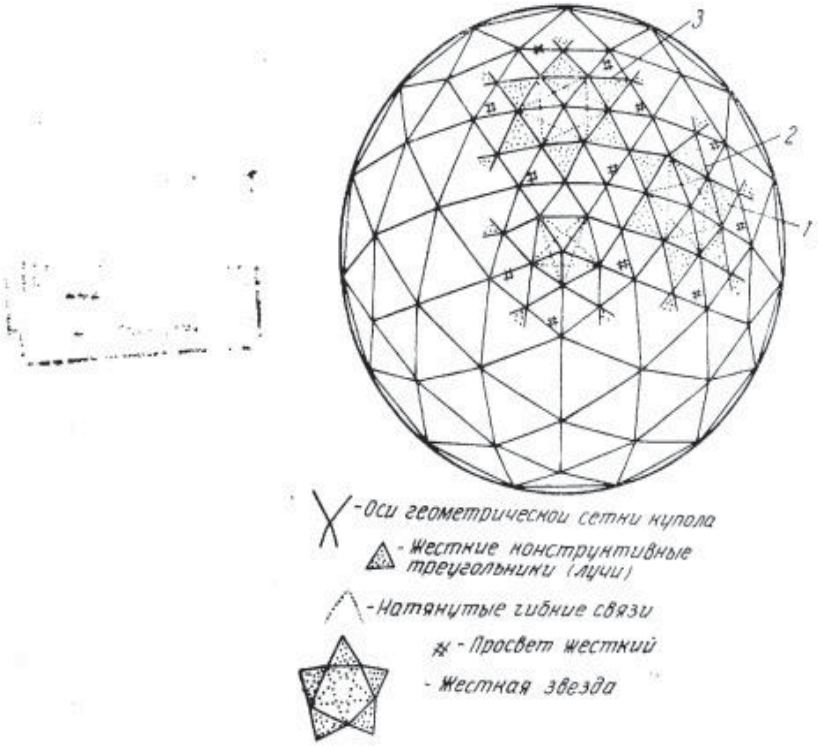
На чертеже изображено сетчатое купольное покрытие из каркаса в виде стержневых треугольников *1*, образованных взаимно пересекающимися стержнями *2* и объединенных в многоугольники, вершины которых соединены тягами *3*.

Предмет изобретения

Сетчатое купольное покрытие большепролетных зданий и сооружений, имеющее каркас, составленный из взаимно пересекающихся стержней, *отличающееся* тем, что, с целью увеличения несущей способности, каркас купола составлен из стержневых треугольников, объединенных в многоугольники, вершины которых соединены тягами, расположенными внутри каждого многоугольника.

Подписная группа № 156

172014



Составитель Г. Никифорова

Редактор М. Хабибулина Техред Ю. В. Баранов Корректор Г. Е. Опарина

Заказ 401/2 Тираж 1100 Формат бум. 60 × 90 1/8 Объем 0,13 изд. л. Цена 5 коп.
ЦНИИПИ Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР
Москва, Центр, пр. Серова, д. 4

Типография, пр. Сапунова, 2

04B 1/32 (2006.01)

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 18.09.2017)
Пошлина: учтена за 4 год с 29.07.2017 по 28.07.2018

(21)(22) Заявка: **2014131195/03, 28.07.2014**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.07.2014

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **28.07.2014**

(45) Опубликовано: **10.10.2015** Бюл. № **28**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 129534 U1, 27.06.2013. SU 1321794 A1.07.1986 . CA 741047 A, 23.08.1966 . FR2873136 A1, 20.01.2006**

Адрес для переписки:
430005, Респ. Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68, ФГБОУ ВПО "МГУ им. Н.П. Огарёва", отдел управления интеллектуальной собственностью

(72) Автор(ы):
Травуш Владимир Ильич (RU),
Антошкин Василий Дмитриевич (RU),
Ерофеева Ирина Владимировна (RU),
Антошкин Дмитрий Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва" (RU)

(54) **СБОРНАЯ СФЕРИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства и может быть использовано в качестве сборной сферической оболочки. Технический результат изобретения - упрощение изготовления и монтажа оболочки. Сферическая оболочка содержит шестиугольные панели, разнотипные марки которых одинаковым образом расположенные в пределах секторов, имеющих общую вершину на панели, выполненной в виде правильного шестиугольника. Неправильные шестиугольные панели, имеющие убывающие размеры от вершины секторов к периферии, образуют одинаковые ряды разнотипных марок, повернутые в пределах каждого сектора на одинаковый угол относительно оси, проходящей через центр сферы и перпендикулярной плоскости симметрии сектора. В пределах секторов, составляющих 120°, шестиугольные панели выполнены с несущим каркасом из ребер-ригелей и узловых элементов, а также с углами, описанными окружностями со своими радиусами из центров панелей, которые лежат на сфере. Углы трех смежных панелей соединены и расположены в точке, где расположен узловой элемент. Панели в виде правильного шестиугольника с центрами на осях секторов выполнены одного радиуса; панели в виде неправильных шестиугольников, частично или полностью расположенные в пределах секторов, равноудаленные от осей секторов, имеют равные радиусы-ребра и длины сторон-ребер. 2 з.п. ф-лы, 8 ил.

Изобретение относится к области строительства и может быть использовано в качестве сборной сферической оболочки покрытий зданий различного назначения, а также для устройства сферических отражателей в зеркальных антеннах и концентраторах энергии.

Известна сборная сферическая оболочка из шестиугольных панелей, разнотипные марки которых одинаковым образом расположены в пределах секторов, имеющих общую вершину в центре панели, выполненной в виде правильного шестиугольника, каждая панель в плане состоит из двух состыкованных по длинным основаниям равнобоких трапеций, боковые стороны которых для всех марок панелей равны, а основания имеют убывающую длину от центральной панели к периферии, причем панели, сопряженные меньшими основаниями трапеций, образуют одинаковые ряды разнотипных марок,

повернутые в пределах каждого сектора на одинаковый угол относительно оси, проходящей через центр сферы и перпендикулярной плоскости симметрии сектора (SU 1321794, МПК E04B 7/10, опубл. 07.07.1987).

Недостатком известного решения является сложность и материалоемкость узловых соединений разнотипных панелей, обусловленная тем, что в каждом узле сходится более трех трапециевидных панелей, каждая из которых имеет свое собственное направление в пространстве и свои размеры. Получение плоских трапеций шестиугольных панелей возможно только у панелей, выполненных в виде правильных или симметричных шестиугольников, расположенных на главных линиях-окружностях, проходящих через вершину секторов, или на главных линиях, перпендикулярных к границам секторов, в виде осей правильных шестиугольников одного размера.

Технический результат заключается в упрощении изготовления и монтажа сборной сферической оболочки за счет снижения числа типоразмеров панелей и элементов, а также уменьшения числа соединяемых монтажных элементов, а также в обеспечении необходимой точности монтажа, возможности производить укрупнительную сборку элементов сборной сферической оболочки, и соответственно, в повышении надежности работы конструкции.

Сущность изобретения заключается в том, что сборная сферическая оболочка содержит шестиугольные панели, разнотипные марки которых одинаковым образом расположены в пределах секторов, имеющих общую вершину на панели, выполненной в виде правильного шестиугольника, неправильные шестиугольные панели имеют убывающие размеры от вершины секторов к периферии, образуют одинаковые ряды разнотипных марок, повернутые в пределах каждого сектора на одинаковый угол относительно оси, проходящей через центр сферы и перпендикулярной плоскости симметрии сектора, в пределах секторов, составляющих углы 120°, шестиугольные панели выполнены с несущим каркасом из ребер-ригелей и узловых элементов, а также с углами, описанными окружностями со своими радиусами из центров панелей, которые лежат на сфере, углы трех смежных панелей соединены и расположены в точке пересечения соответствующих трех окружностей, где расположен узловой элемент, панели, выполненные в виде правильного шестиугольника, с центрами на осях секторов выполнены одного радиуса, панели в виде неправильных шестиугольников, частично или полностью расположенные в пределах секторов, равноудаленные от осей секторов, могут иметь равные радиусы-ребра и длины сторон-ребер. На осях секторов, составляющих углы 60°, могут быть выполнены шестиугольные панели в виде правильных шестиугольников, которые чередуются с панелями в виде неправильных шестиугольников, при этом на осях секторов лежат стороны этих панелей, также панели в виде неправильных шестиугольников выполнены на дополнительных осях, перпендикулярных осям секторов. Шестиугольные панели могут быть выполнены с незавершенным каркасом в виде трех треугольных призм, собранных из сквозных ригелей и узловых элементов-стоек, узловые элементы-стойки для соединения каркаса по углам выполнены в виде трубы с отверстиями, обеспечивающими соединения ригелей в шестиугольный каркас под углами 52-68°, торцевые элементы ригелей соединяют с узловым элементом-стойкой через шайбы-прокладки регулируемой толщины на болтах.

Сущность сборной сферической оболочки поясняется чертежами.

На фиг. 1 изображен вид сверху сборной сферической оболочки с тремя секторами в плане, составляющими 120°; на фиг. 2 - вид сбоку сборной сферической оболочки с тремя секторами в плане, составляющими 120°; на фиг. 3 - вид сверху сборной сферической оболочки с шестью секторами в плане, составляющими 60°; на фиг. 4 - вид сбоку сборной сферической оболочки с шестью секторами в плане, составляющими 60°, на фиг. 5 - вид сборной сферической оболочки из шестиугольных панелей с незавершенным каркасом; на фиг. 6 - вид шестиугольной панели с незавершенным каркасом (показаны связи, а треугольные панели ограждения условно не показаны); на фиг. 7 - разрез и вид сбоку шестиугольной панели; на фиг. 8 - узлы А и Б шестиугольной панели.

Сборная сферическая оболочка (фиг. 1, 2) содержит шестиугольные панели 1, разнотипные марки которых одинаковым образом расположены в пределах секторов 2, имеющих общую вершину 3 сферы на панели, выполненной в виде правильного шестиугольника 4, неправильные шестиугольные панели 1 имеют убывающие размеры от вершины 3 секторов 2 к периферии. В пределах секторов 2, составляющих углы, кратные 60°, а именно 120°, т.е. кратных 60°, шестиугольные панели 1 и 4 выполнены с несущим каркасом из ребер-ригелей 5 и узловых элементов 6, а также с углами 7, описанными окружностями 8 со своими радиусами из центров 9 панелей 1 и 4, которые лежат на сфере, углы 7 трех смежных панелей 1 и 4 соединены и расположены в точке пересечения 6 соответствующих трех окружностей 8, где расположен узловой элемент 6. Панели, выполненные в виде правильного шестиугольника 4, с центрами 9 на осях 10 секторов 2 выполнены одного радиуса, панели в виде неправильных шестиугольников 1, частично или полностью расположенные в пределах секторов 2, равноудаленные от осей 10 секторов 2, могут иметь равные радиусы-ребра 5 и длины сторон-ребер 5.

В сборной сферической оболочке (фиг. 3, 4) на осях 10 секторов 2, составляющих углы 60°, могут быть выполнены шестиугольные панели в виде правильных шестиугольников 4, которые чередуются с панелями в виде неправильных шестиугольников 1. На осях 10 секторов 2 лежат стороны панелей 1 и 4, также панели в виде неправильных шестиугольников 1 выполнены на дополнительных осях 11, перпендикулярных осям 10 секторов 2.

Сфера (фиг. 5), образованная семью рядами шестиугольных панелей 1 с расположенными на осях 10 и дополнительных осях 11 правильными шестиугольными панелями 4, состоит из элементов в виде сторон-ребер 5 18-ти типоразмеров, а монтаж осуществляется шестиугольными панелями 1 7-ми типоразмеров.

Треугольные панели ограждения условно не показаны, но пунктиром показаны отсутствующие шесть связей-распорок 12 и три ригеля 5. В сборной сферической оболочке (фиг. 5-8) шестиугольные панели 1 или 4 могут быть выполнены с незавершенным каркасом 13 в виде трех треугольных призм 14, собранных из сквозных ригелей 5 и узловых элементов-стоек 6. Узловые элементы-стойки 6 для соединения каркаса по углам 7 выполнены в виде трубы 6 с отверстиями 15, обеспечивающими соединения ригелей 5 в шестиугольный каркас 13 под углами 52-68° (близкими к 60°). Торцевые элементы 16 ригелей 5 соединяются с узловым элементом-стойкой 6 через шайбы-прокладки 17 регулируемой толщины на болтах 18.

Монтаж сборной сферической оболочки покрытия зданий из шестиугольных панелей 1 и 4 начинается с укрупнительной сборки панелей 1 и 4. Собираются по схеме оболочки незавершенные каркасы панелей 1 и 4 из ригелей 5 и узловых элементов-стоек 6, при этом недостающие узловые элементы-стойки 6 и ригели 5 располагаются по часовой стрелке. Незавершенный каркас раскрепляется связями 12 по нижним и верхним поясам ригелей 5, как показано на фиг.5, и, возможно, треугольными панелями ограждения. Монтаж оболочки производится установкой их в проектное положение раскреплением панелей 1 и 4 по периметру купола, начиная с основания и завершая панелью 4 на вершине 3. При монтаже небольшая часть узловых элементов-стоек 6 в незавершенном каркасе панелей 1 и 4 служит для монтажной жесткости панелей 1 и 4 и отсоединяется в процессе монтажа купола. Демонтаж оболочек происходит в обратном порядке: вначале снимаются отделочные элементы, снимаются панели 4 и 1, затем разъединяются несущие каркасы путем развинчивания гаек болтов 18 и снятия узловых элементов-стоек 6 по углам 7 панелей 1 и 4.

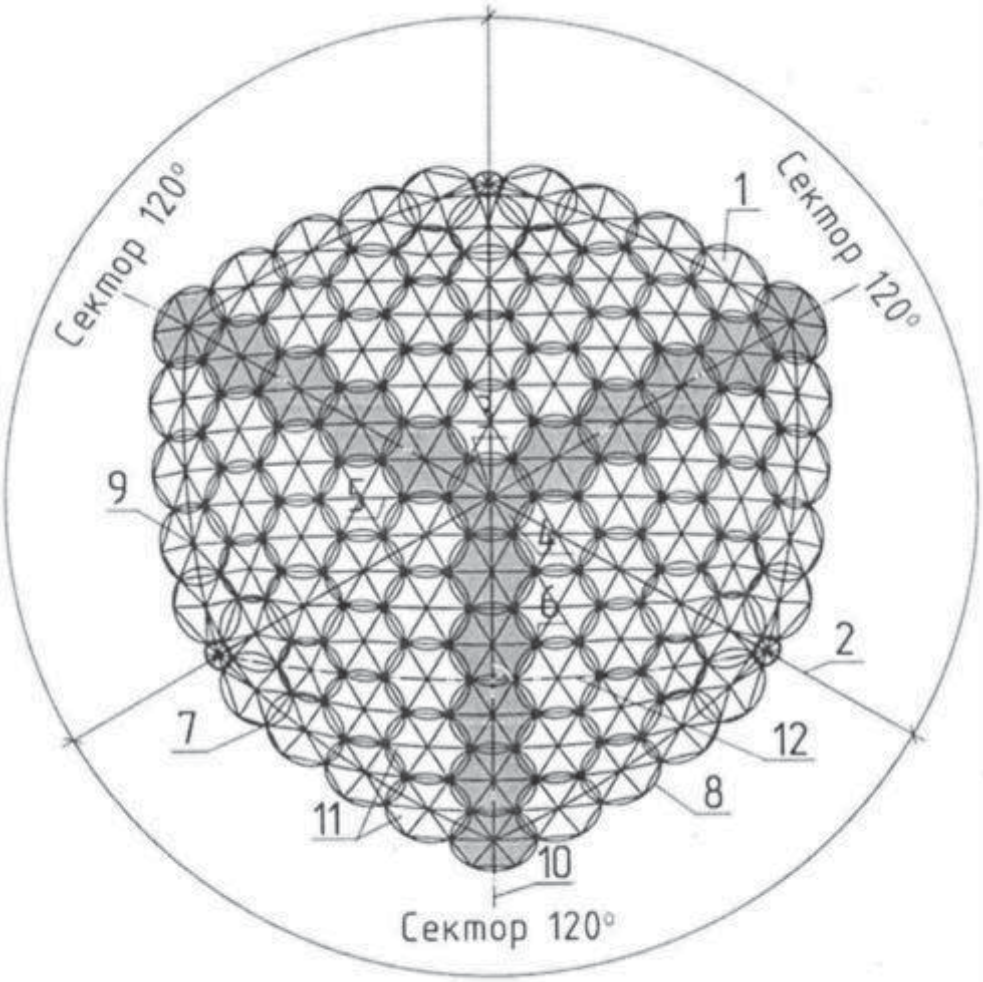
По сравнению с известным решением предлагаемое позволяет упростить изготовление и монтаж сборной сферической оболочки за счет снижения числа типоразмеров панелей и элементов, а также уменьшения числа соединяемых монтажных элементов, обеспечить необходимую точность монтажа за счет конструктивного решения стоек и за счет прокладок, производить укрупнительную сборку элементов сборной сферической оболочки и повысить надежность работы конструкции всего покрытия.

Формула изобретения

1. Сборная сферическая оболочка, содержащая шестиугольные панели, разнотипные марки которых одинаковым образом расположены в пределах секторов, имеющих общую вершину на панели, выполненной в виде правильного шестиугольника, неправильные шестиугольные панели имеют убывающие размеры от вершины секторов к периферии, образуют одинаковые ряды разнотипных марок, повернутые в пределах каждого сектора на одинаковый угол относительно оси, проходящей через центр сферы и перпендикулярной плоскости симметрии сектора, отличающаяся тем, что в пределах секторов, составляющих 120°, шестиугольные панели выполнены с несущим каркасом из ребер-ригелей и узловых элементов, а также с углами, описанными окружностями со своими радиусами из центров панелей, которые лежат на сфере, углы трех смежных панелей соединены и расположены в точке пересечения соответствующих трех окружностей, где расположен узловой элемент, панели, выполненные в виде правильного шестиугольника, с центрами на осях секторов выполнены одного радиуса, панели в виде неправильных шестиугольников, частично или полностью расположенные в пределах секторов, равноудаленные от осей секторов, имеют равные радиусы-ребра и длины сторон-ребер.

2. Сборная сферическая оболочка по п. 1, отличающаяся тем, что на осях секторов, составляющих 60°, могут быть выполнены шестиугольные панели в виде правильных шестиугольников, которые чередуются с панелями в виде неправильных шестиугольников, при этом на осях секторов лежат стороны этих панелей, также панели в виде неправильных шестиугольников выполнены на дополнительных осях, перпендикулярных осям секторов.

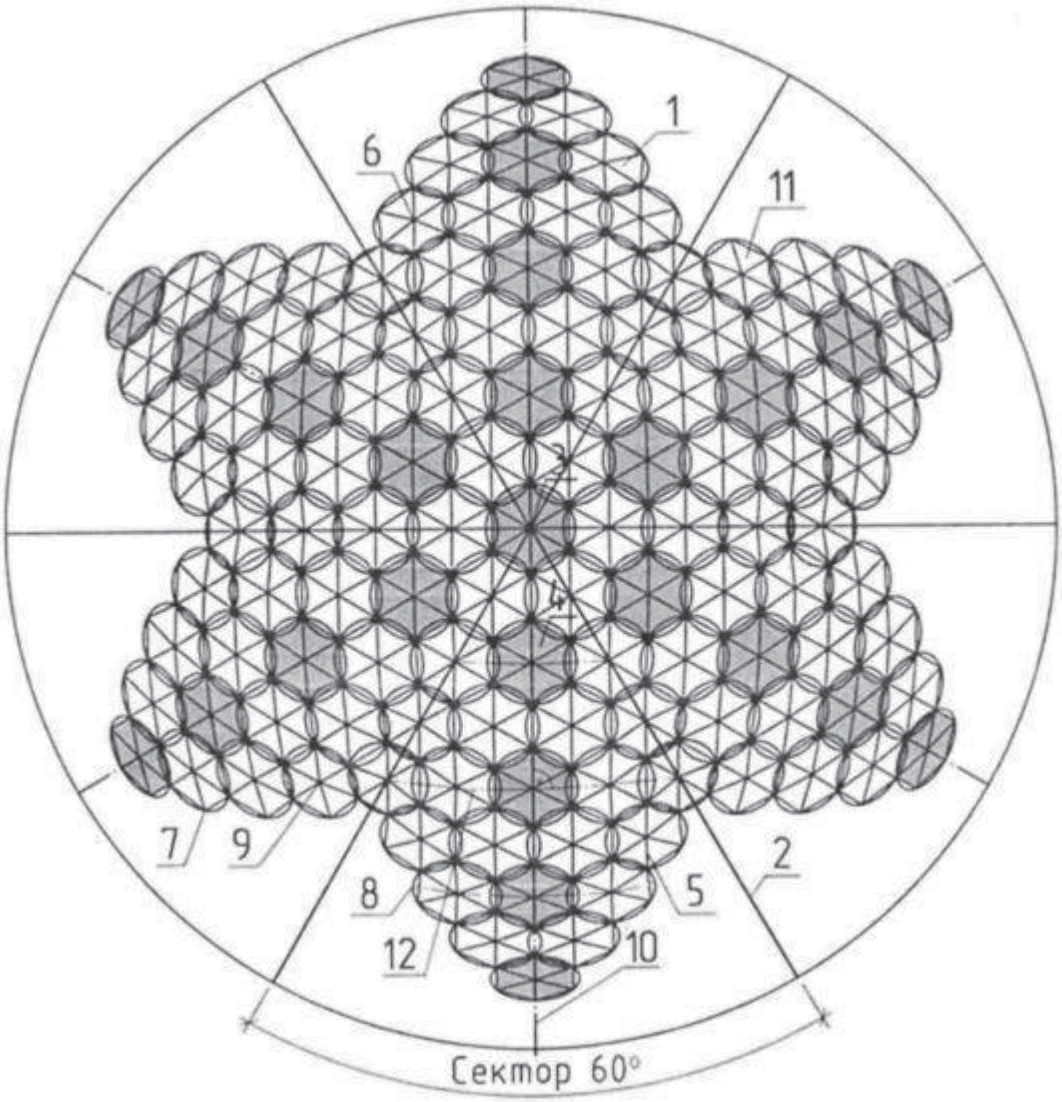
3. Сборная сферическая оболочка по пп. 1-2, отличающаяся тем, что шестиугольные панели могут быть выполнены с незавершенным каркасом в виде трех треугольных призм, собранных из сквозных ригелей и узловых элементов-стоек, при этом узловые элементы-стойки для соединения каркаса по углам выполнены в виде трубы с отверстиями, обеспечивающими соединения ригелей в шестиугольный каркас под углами 52-68°, торцевые элементы ригелей соединяют с узловым элементом-стойкой через шайбы-прокладки регулируемой толщины на болтах.


Сектор 120°
Сектор 120°
Сектор 120°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

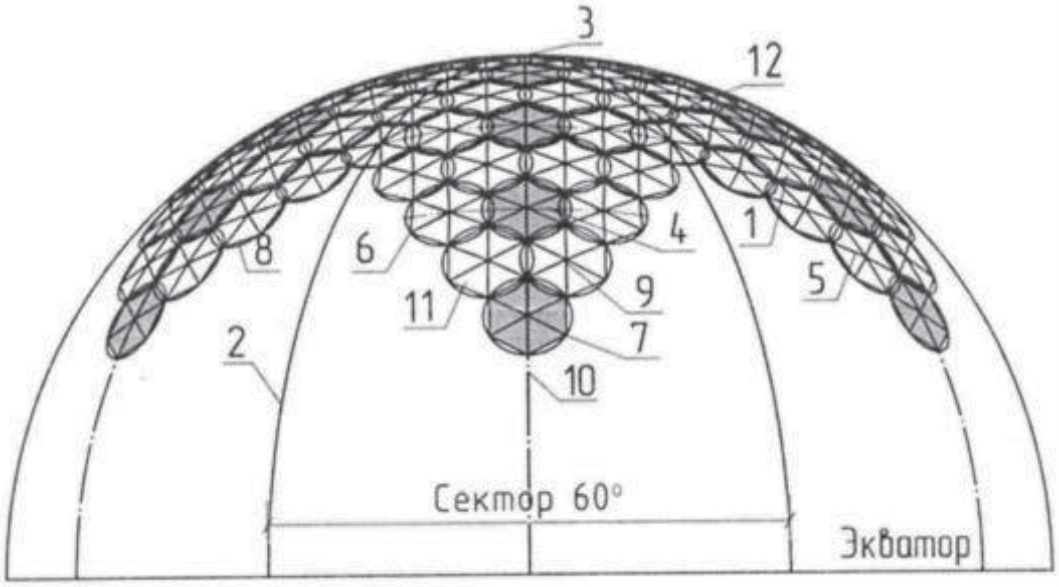
Фиг. 1

3
1
7
11
4
9
8
5
6
2
10
Сектор 120°
Экватор

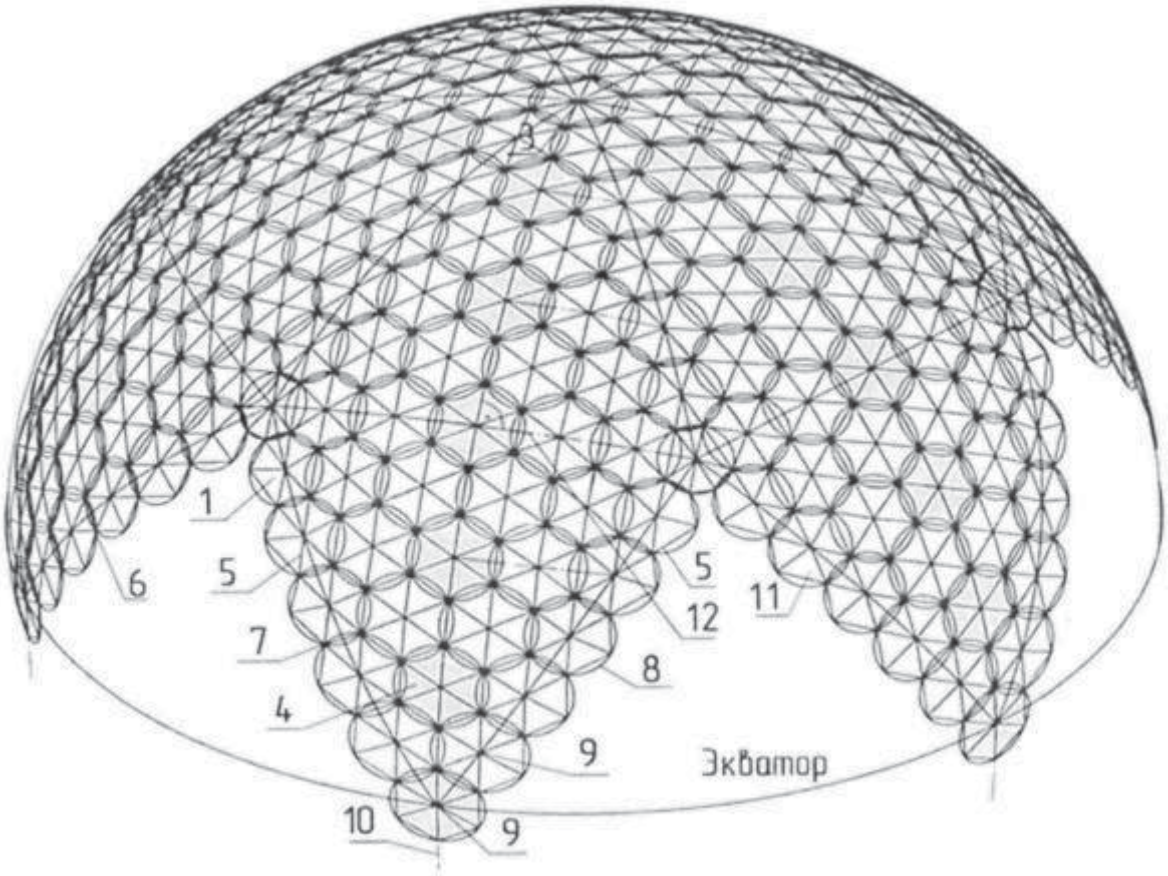
Фиг. 2


1
6
11
3
4
7
9
2
8
5
12
10
Сектор 60°

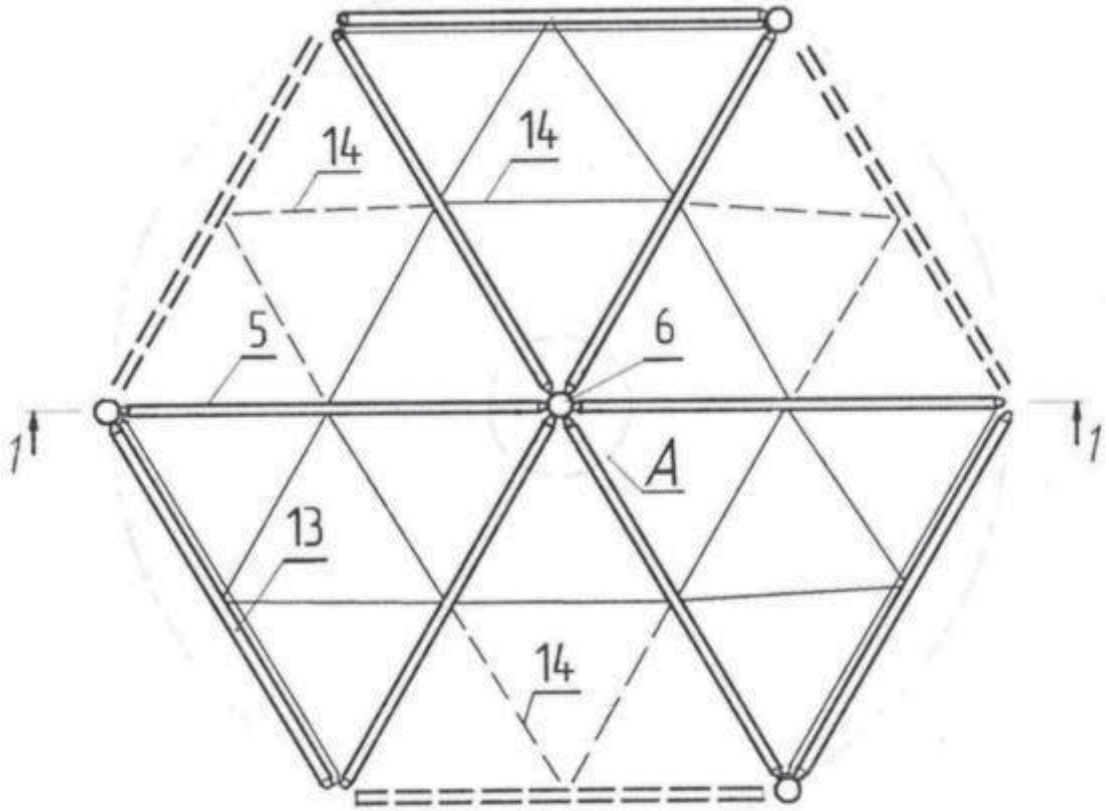
Фиг. 3


3
12
8
6
4
1
5
11
9
7
2
10
Сектор 60°
Экватор

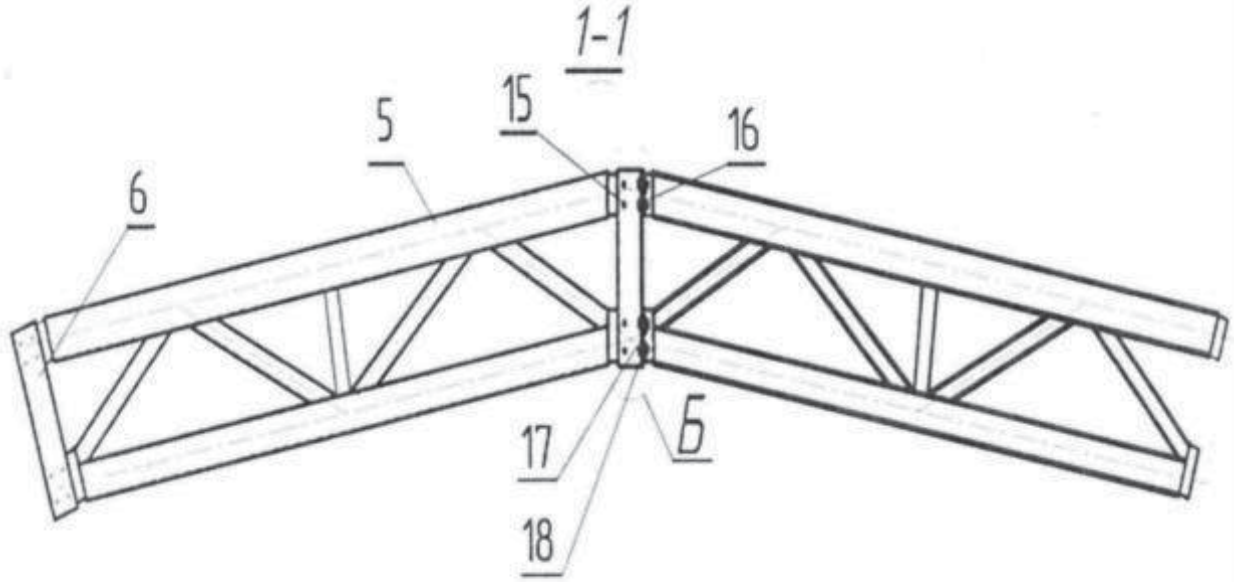
Фиг. 4



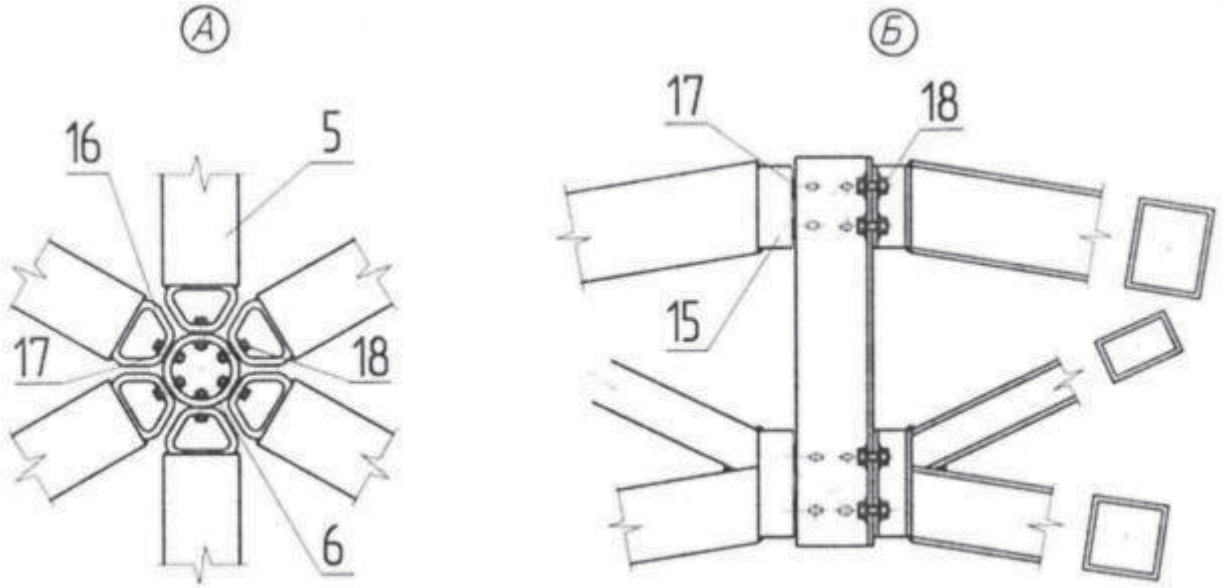
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 594271

(61) Дополнительное к авт. свид-ву –

(22) Заявлено 31.03.75 (21) 2118550/29-33

с присоединением заявки № –

(23) Приоритет –

(43) Опубликовано 25.02.78. Бюллетень №7

(45) Дата опубликования описания 02.02.78

(51) М. Кл.[2] Е 04 В 7/08

(53) УДК 624.074.2(088.8)

(72) Автор изобретения В. А. Савельев

(71) Заявитель Ордена Трудового Красного Знамени Центральный научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций

(54) СЕТЧАТЫЙ КУПОЛ

1

Изобретение относится к области строительства и может быть использовано при проектировании большепролетных покрытий промышленных и гражданских зданий.

Известен сетчатый купол, состоящий из равнобедренных треугольных ячеек, у которого стержни одинаковой длины расположены в меридиональном направлении, а стержни переменной длины образуют горизонтальные концентрические кольца. Количество треугольных ячеек в ходовом ярусе одинаково [1]. Такая схема построения купола носит название "звездчатой". Этот купол может иметь как сферическую, так и любую другую форму поверхности вращения. Количество типоразмеров монтажных элементов невелико, наличие горизонтальных колец удобно для устройства кровли.

Недостаток заключается в том, что в верхней части купола равнобедренные ячейки становятся все более узкими, вырождаясь в вершине в прямые линии. Это создает излишнюю концентрацию материала в верхней части купола, усложняет конструкцию узлов

2

и практически приводит к необходимости проектировать центральное жесткое кольцо большого диаметра.

Известен также сетчатый сферический купол, состоящий из нескольких сферических секторов, каждый из которых образован из равнобедренных треугольных ячеек. Основания равнобедренных треугольников – стержни, расположенные в кольцевом направлении, имеют различную длину, постепенно уменьшающуюся от центра [2]. Для пологих сегментов, имеющих угол раскрыва менее 30 градусов, максимальное укорочение не превышает 0,2 ℓ, где ℓ – длина основного стержня. Это позволяет группировать стержни кольцевого направления в две-три группы длины стержней и компенсировать изменение длины стержней в пределах группы за счет узловых фасонок. Недостатком этого сетчатого купола является значительное уменьшение длины стержней кольцевого направления на крутых участках по краям подъемистых сегментов при угле раскрыва более 30 градусов, а также наличие большого количества доборных элементов у опорного кольца купола.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является сетчатый купол, включающий центральную часть из пяти равных секторов с геодезической сетью треугольных ячеек, построенную на основе членения граней одного из правильных многогранников – гекосаэдра или додекаэдра и периферийную часть с равнобедренными треугольными ячейками с постоянным их числом в каждом ярусе. Между центральной и периферийной частями купола расположены соединительные ячейки [3]. Сочетание двух схем – геодезической и звездчатой устраняет концентрацию материала в верхней части. Однако такое сочетание возможно только для сравнительно редкой сетки членения, при отношении длины стержня к радиусу кривизны не менее 1:5, что ограничивает область применения такого конструктивного решения пролетами 30 – 40 м.

Цель изобретения – обеспечение создания большепролетных куполов при унификации элементов ячеек.

Это достигается тем, что в сетчатом куполе, включающем центральную часть из равных секторов с треугольными ячейками и периферийную часть с равнобедренными треугольными ячейками с постоянным их числом в каждом ярусе и соединительные ячейки, каждая ячейка центральной части купола выполнена треугольной равнобедренной с боковой стороной, равной боковой стороне ячейки периферийной части.

Число центральных секторов выбирается в зависимости от степени членения сетчатой поверхности. Для редкой сетки и, соответственно, для куполов малого пролета это число равно 5–6, для частой сетки – большепролетных куполов – оптимальное число секторов увеличивается до 12.

На чертеже изображен план сетчатого купола.

Купол состоит из центральной части 1, периферийной части 2 и соединительных ячеек 3. Центральная часть образована из нескольких равных секторов, каждый из которых разбит на ячейки, имеющие форму равнобедренного треугольника. Ячейки периферийной части купола также представляют собой равнобедренные треугольники, причем длины боковых сторон 4 ячеек обеих частей – периферийной и центральной – равны между собой.

Однотипность элементов каркаса как периферийной, так и центральной части значительно уменьшает трудоемкость изготовления, поскольку позволяет изготавливать все элементы с одной технологической оснасткой.

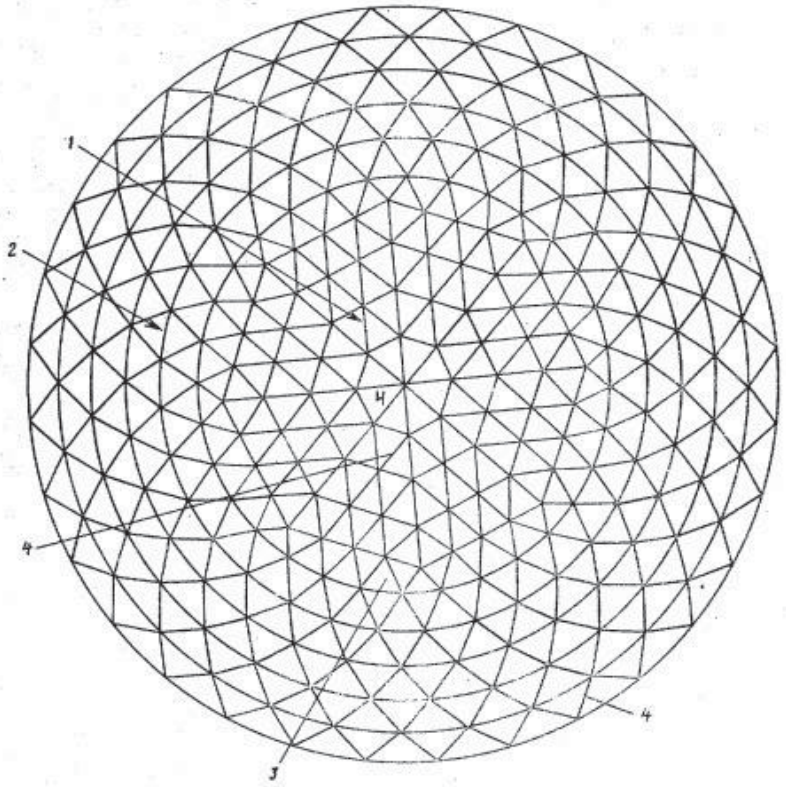
Формула изобретения

Сетчатый купол, включающий центральную часть из равных секторов с треугольными ячейками и периферийную часть с равнобедренными треугольными ячейками с постоянным их числом в каждом ярусе и соединительные ячейки, отличающийся тем, что, с целью обеспечения создания большепролетных куполов при унификации элементов ячеек, каждая ячейка центральной части купола выполнена треугольной равнобедренной с боковой стороной, равной боковой стороне ячейки периферийной части.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Патент США № 3439460, кл. 52-81 1969.
2. Авторское свидетельство СССР № 196272, кл. К 04 В 7/10, 1965.
3. Патент США № 3203144, кл. 52-81, 1965.

594271



Составитель Н. Павлова
Редактор А. Морозова Техред О. Андрейко Корректор М. Демчик
Заказ 806/36 Тираж 819 Подписное
ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

Приложение Б

МПК E04B 7/08

Сборное купольное покрытие

Изобретение относится к области строительства, в частности, к сборным бесфундаментным зданиям и сооружениям купольного типа из полимерных материалов, которые могут быть использованы в гражданской, промышленной и с/х деятельности, а также при проведении полевых учений МЧС и ВС.

Основным жильем и базированием для строителей, добытчиков сырья, геологов, учёных, работающих вахтовым методом, является вагон на колёсном шасси или контейнер, которые имеют ряд недостатков:

1. Тесные условия персонала, которые невозможно расширить так, чтобы не происходило удорожание вагона, как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации.
2. Транспортировка вагонов на колесном шасси и модульных контейнеров в труднодоступные места очень затратная часть в процессе эксплуатации.
3. На крупных объектах добычи сырья или строительства используется в большом количестве жилые и вспомогательные вагоны и контейнеры, которые имеют следующие недостатки:

- за счет своей прямоугольной формы, в углах таких конструкций могут образовываться мостики холода;
- плохая аэрация воздуха;
- неравномерное распределение внешних нагрузок;
- высокие теплопотери.

Что касается ангаров, то сложные природно-климатические и ландшафтные условия для строительства стандартных складских помещений, а также теплиц для с/х нужд, влекут большие капитальные вложения.

Из области техники известен сетчатый многоволновый купол (а.с. №796350, «Сетчатый многоволновый купол», МПК E04B7/08, опубл. 15.011979), выполненный из отдельных стержней, образующих равные оболочки треугольной

формы в плане с арками, часть которых сориентирована вдоль линии сопряжения оболочек между собой.

Недостатком указанного аналога является скопление осадков в складках.

Из уровня техники известно купольное покрытие (а.с. №494501, «Сетчатое купольное покрытие», МПК Е04В7/08, опубл. 05.12.1975), включающее каркас. выполненный в виде соединённых между собой вершинами контурных рам.

Недостатком прототипа является односетчатая (однослойная или одноярусная) конструкция, которая нуждается в специальных коннекторах для обеспечения устойчивости и прочности.)

Наиболее близким техническим решением, принятым в качестве прототипа, является сетчатое купольное покрытие (а.с. №172014, «Сетчатое купольное покрытие большепролетных зданий и сооружений», МПК Е04В, опубл, 17.03.1966), содержащий каркас из стержневых треугольников.

Недостатком прототипа является односетчатая (однослойная или одноярусная) конструкция, которая нуждается в специальных коннекторах для обеспечения устойчивости и прочности.

Технический результат заявляемого изобретения заключается в обеспечении дополнительной устойчивости сборного купольного покрытия, увеличении прочности конструкции, уменьшении времени монтажных и демонтажных работ, снижении материалоемкости при строительстве.

Указанный технический результат достигается за счет того, что в сборном купольном покрытии, содержащем каркас из стержневых треугольников, **согласно изобретению,** каркас состоит из модулей, соединенных между собой в точках пересечения стержневых треугольников, при этом каждый модуль содержит два центральных равносторонних стержневых треугольника, смещенных относительно их центральной оси на 60˚, и закрепленных в два яруса – верхнем и нижем, при этом второй ряд модуля, начиная от центральных равносторонних стержневых треугольников, образуют шесть равнобедренных стержневых треугольников, а третий ряд – шесть равносторонних стержневых треугольников таким образом, что каждый четный равнобедренный и

равносторонний стержневой треугольник располагается в нижнем ярусе модуля, а каждый нечетный равносторонний и равнобедренный стержневой треугольник – в верхнем ярусе, при этом каждый равнобедренный стержневой треугольник закреплен во втором ряду таким образом, что одна из сторон при его вершине находится на расстоянии 1/3 от вершины центрального равностороннего стержневого треугольника, а каждый равносторонний стержневой треугольник закреплен в третьем ряду таким образом, что любая из его сторон находится на расстоянии 1/3 от вершины равнобедренного стержневого треугольника второго ряда.

При выполнении каркаса в два яруса – нижний и верхний, за счет наложения стержневых треугольников одного яруса на другой, увеличиваются прочностные свойства сборного купольного покрытия и обеспечивается дополнительная устойчивость корпуса к нагрузкам, так как каждый из модулей принимает нагрузки соседних модулей.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлен вид сверху равностороннего стержневого треугольника; на фиг. 2 – вид сбоку равностороннего стержневого треугольника; на фиг. 3 – вид сверху равнобедренного стержневого треугольника; на фиг. 4 – вид сверху центральных равносторонних стержневых треугольников; на фиг. 5 – вид с боку равнобедренного стержневого треугольника; на фиг.6 – вид сверху закрепленного второго ряда из равнобедренных стержневых треугольников; на фиг. 7 – вид сбоку закрепленного второго ряда из равнобедренных стержневых треугольников; на фиг.8 – вид сверху модуля сборного купольного покрытия с закрепленным третьим рядом из равносторонних стержневых треугольников; на фиг. 9 - вид сбоку модуля сборного купольного покрытия с закрепленным третьим рядом из равносторонних стержневых треугольников; на фиг. 10, 11, 12 – готовое сборное купольное покрытие.

Сетчатое купольное покрытие зданий и сооружений содержит каркас, состоящий из модулей 1 (см., например, фиг.8), образованных из равносторонних стержневых треугольников 2 и равнобедренных стержневых треугольников.

Равносторонние стержневые треугольники 2 и равнобедренные стержневые треугольники 3 имеют положительную кривизну Гаусса (см. фиг.2), при этом вершины в каждом равностороннем и равнобедренном стержневых треугольниках 2 и 3 соединены тягами 4 в середине каждого равностороннего стержневого треугольника 2 и равнобедренного стержневого треугольника 3 соответственно (см. фиг. 1, 2 и 3). Каждый модуль 1 каркаса купольного сборного покрытия содержит два центральных равносторонних стержневых треугольника 2, смещенных относительно их центральной оси на 60˚ (см. фиг.4 и 5), и закрепленных в два яруса - нижнем и верхнем. Второй ряд каждого модуля 1, начиная от центральных равносторонний стержневых треугольников 2, образуют шесть равнобедренных стержневых треугольников 3 (см. фиг. 6 и 7), а третий ряд – шесть равносторонних стержневых треугольников 2 (см. фиг. 8 и 9). При этом во втором и третьем ряду каждый четный равносторонний стержневой треугольник 2 и равнобедренный стрежневой треугольник 3 закреплены в нижнем ярусе, а каждый нечетный равносторонний стержневой треугольник 2 и равнобедренный стрежневой треугольник 3 закреплены в верхнем ярусе. При этом каждый равнобедренный стержневой треугольник 3 закреплен во втором ряду таким образом, что одна из сторон при его вершине находится на расстоянии 1/3 от вершины центрального равностороннего стержневого треугольника 2. А каждый равносторонний стержневой треугольник 2 закреплен в третьем ряду таким образом, что любая из его сторон находится на расстоянии 1/3 от вершины равнобедренного стержневого треугольника 3 во втором ряду.

Благодаря тому, что сборное купольное покрытие состоит из модулей, обеспечивается возможность возведения зданий и сооружений любых размеров.

Формула изобретения

1. Сетчатое купольное покрытие зданий и сооружений, содержащее каркас из стержневых треугольников, **отличающийся тем**, что каркас состоит из модулей, соединенных между собой в точках пересечения стержневых треугольников, при этом каждый модуль содержит два центральных равносторонних стержневых треугольника, смещенных относительно их центральной оси на 60˚, и закрепленных в два яруса – верхнем и нижем, при этом второй ряд модуля, начиная от центральных равносторонних стержневых треугольников, образуют шесть равнобедренных стержневых треугольников, а третий ряд – шесть равносторонних стержневых треугольников таким образом, что каждый четный равнобедренный и равносторонний стержневой треугольник располагается в нижнем ярусе модуля, а каждый нечетный равносторонний и равнобедренный стержневой треугольник – в верхнем ярусе, при этом каждый равнобедренный стержневой треугольник закреплен во втором ряду таким образом, что одна из сторон при его вершине находится на расстоянии 1/3 от вершины центрального равностороннего стержневого треугольника, а каждый равносторонний стержневой треугольник закреплен в третьем ряду таким образом, что любая из его сторон находится на расстоянии 1/3 от вершины равнобедренного стержневого треугольника второго ряда.

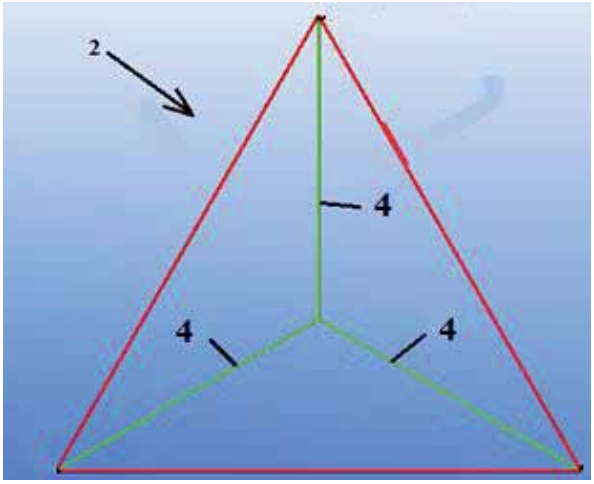
К заявке №_____

МПК E04B 7/08

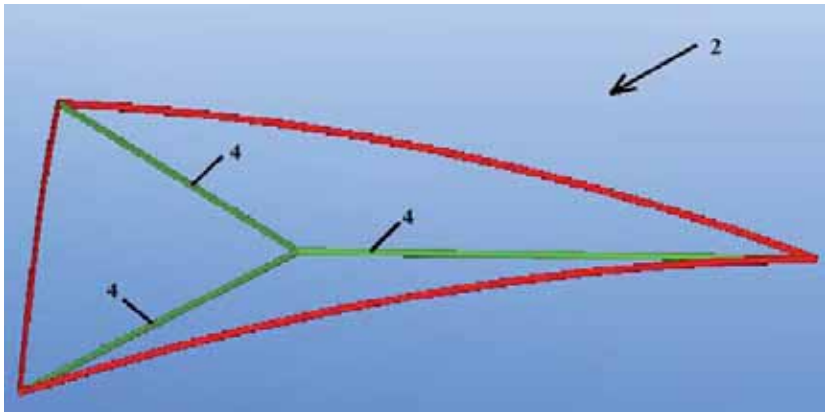
Сборное купольное покрытие

Изобретение относится к области строительства, в частности, к сборным бесфундаментным зданиям и сооружениям купольного типа из полимерных материалов, которые могут быть использованы в гражданской, промышленной и с/х деятельности, а также при проведении полевых учений МЧС и ВС.

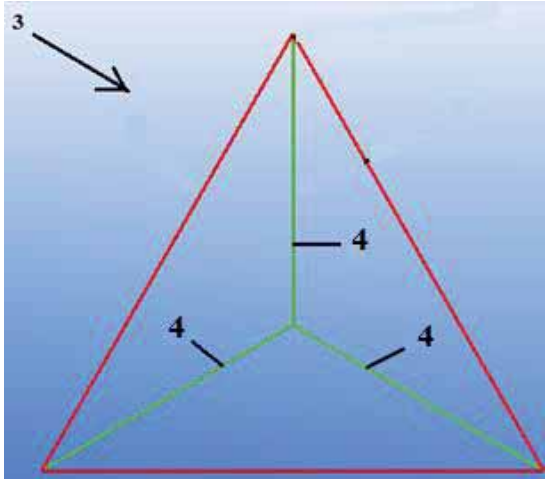
В сборном купольном покрытии каркас покрытия состоит из модулей, соединенных между собой в точках пересечения стержневых треугольников, при этом каждый модуль содержит два центральных равносторонних стержневых треугольника, смещенных относительно их центральной оси на 60˚, и закрепленных в два яруса – верхнем и нижем, при этом второй ряд модуля, начиная от центральных равносторонних стержневых треугольников, образуют шесть равнобедренных стержневых треугольников, а третий ряд – шесть равносторонних стержневых треугольников таким образом, что каждый четный равнобедренный и равносторонний стержневой треугольник располагается в нижнем ярусе модуля, а каждый нечетный равносторонний и равнобедренный стержневой треугольник – в верхнем ярусе, при этом каждый равнобедренный стержневой треугольник закреплен во втором ряду таким образом, что одна из сторон при его вершине находится на расстоянии 1/3 от вершины центрального равностороннего стержневого треугольника, а каждый равносторонний стержневой треугольник закреплен в третьем ряду таким образом, что любая из его сторон находится на расстоянии 1/3 от вершины равнобедренного стержневого треугольника второго ряда.



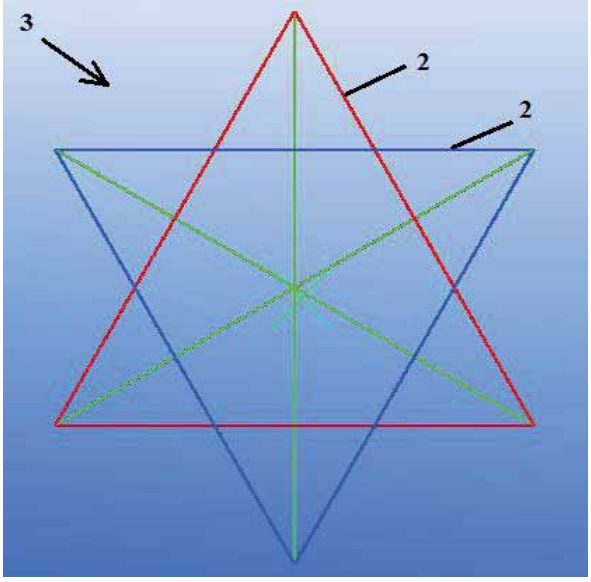
фиг.1



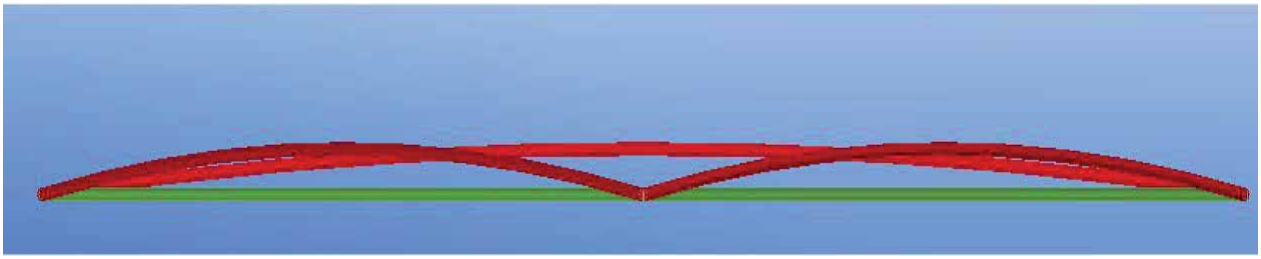
фиг. 2



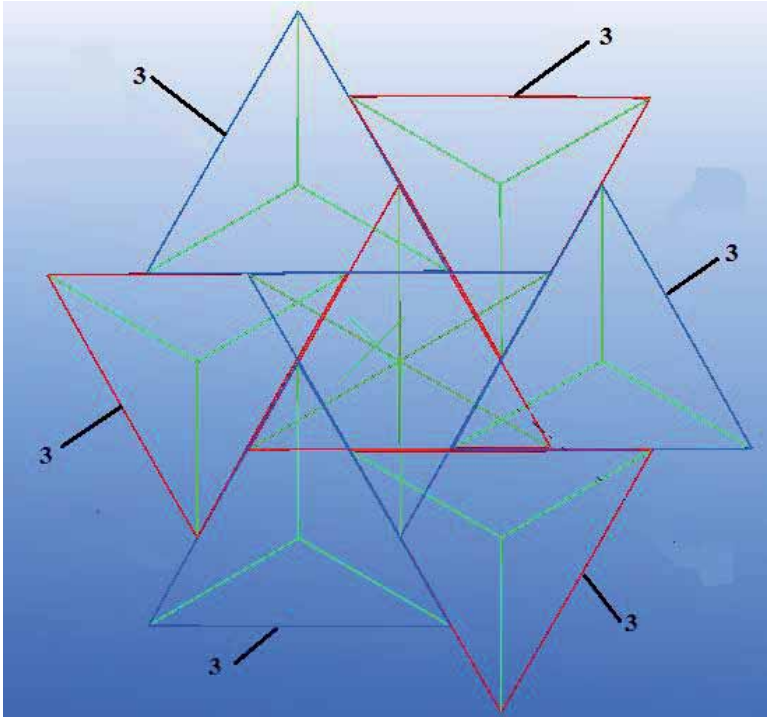
фиг. 3



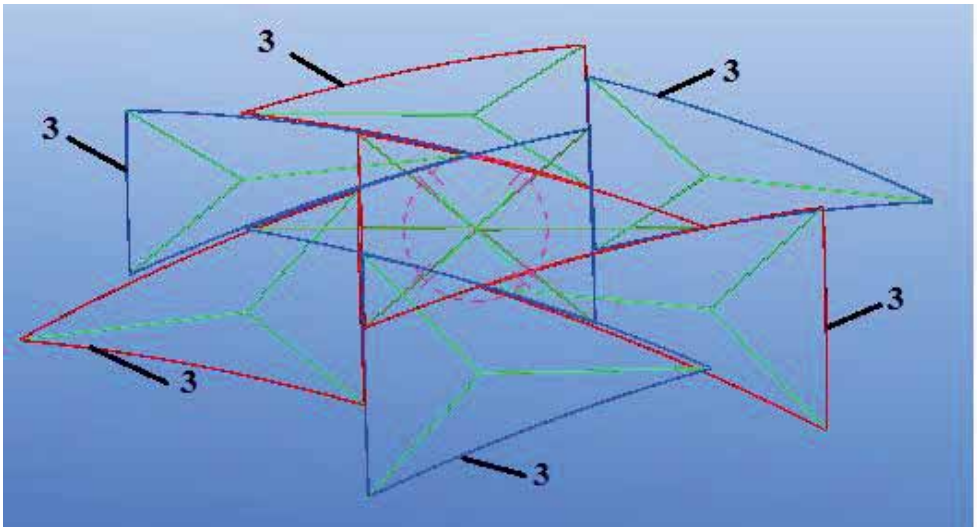
фиг.4



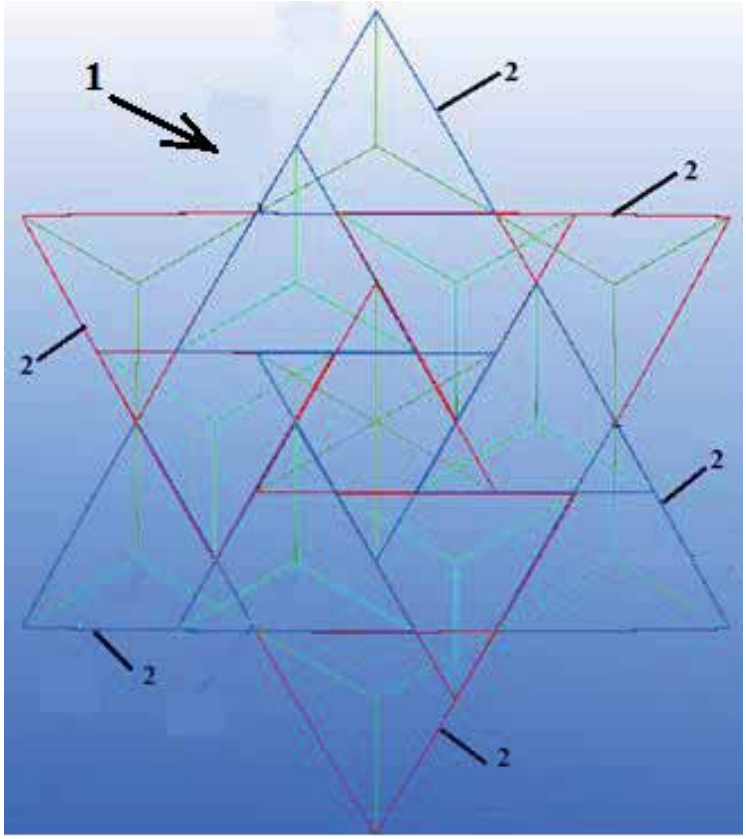
фиг.5



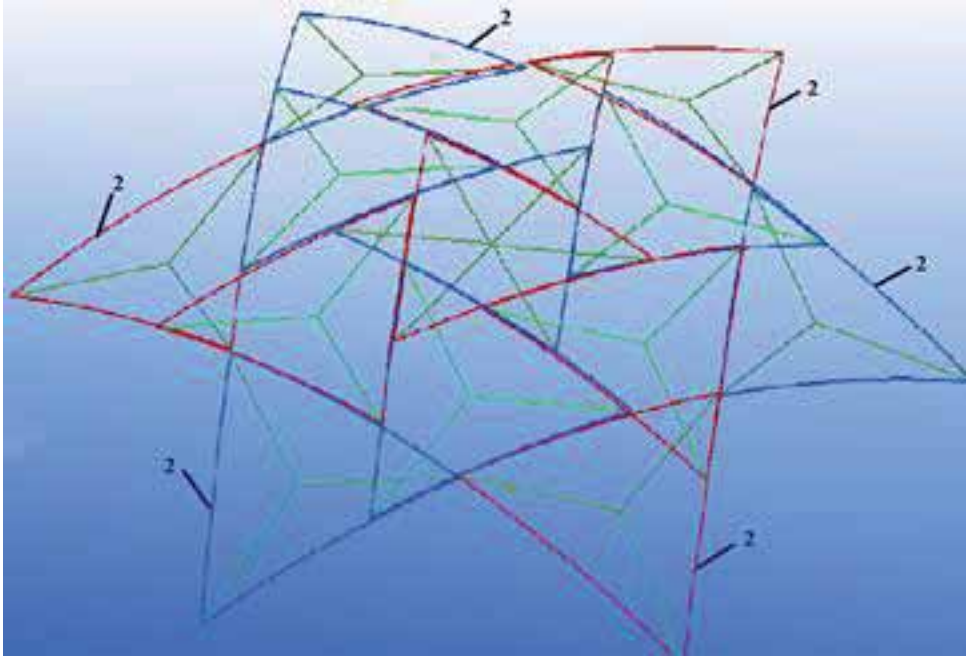
фиг.6



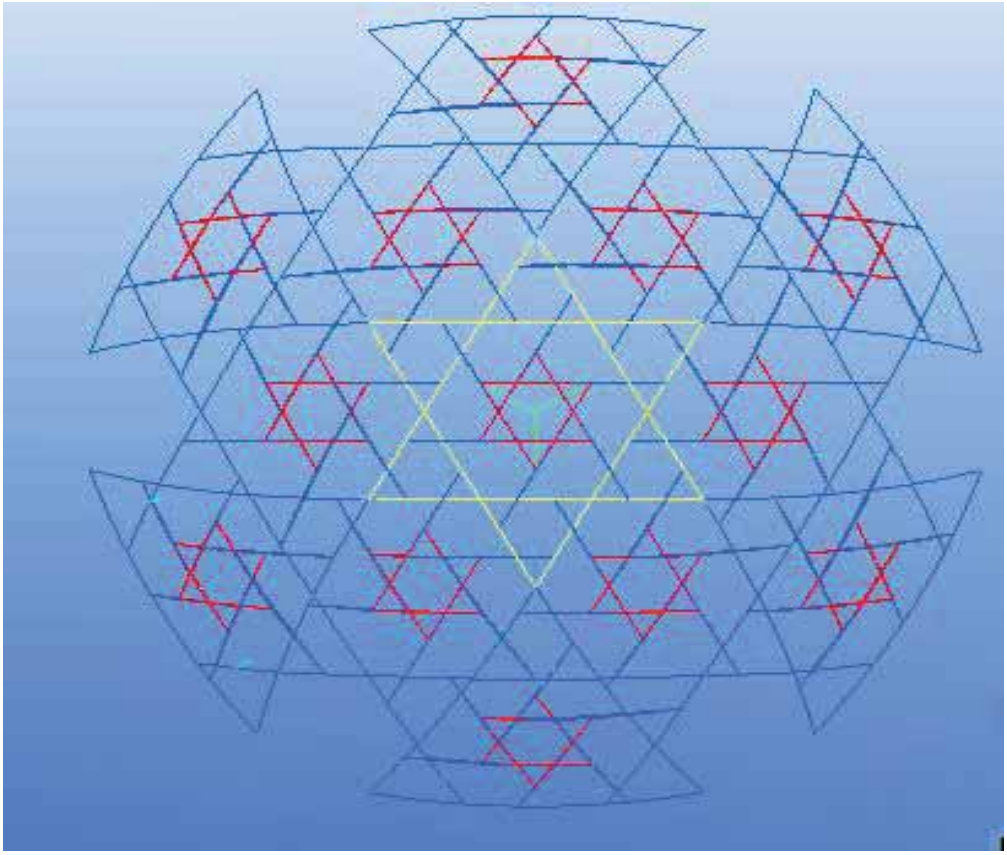
фиг.7



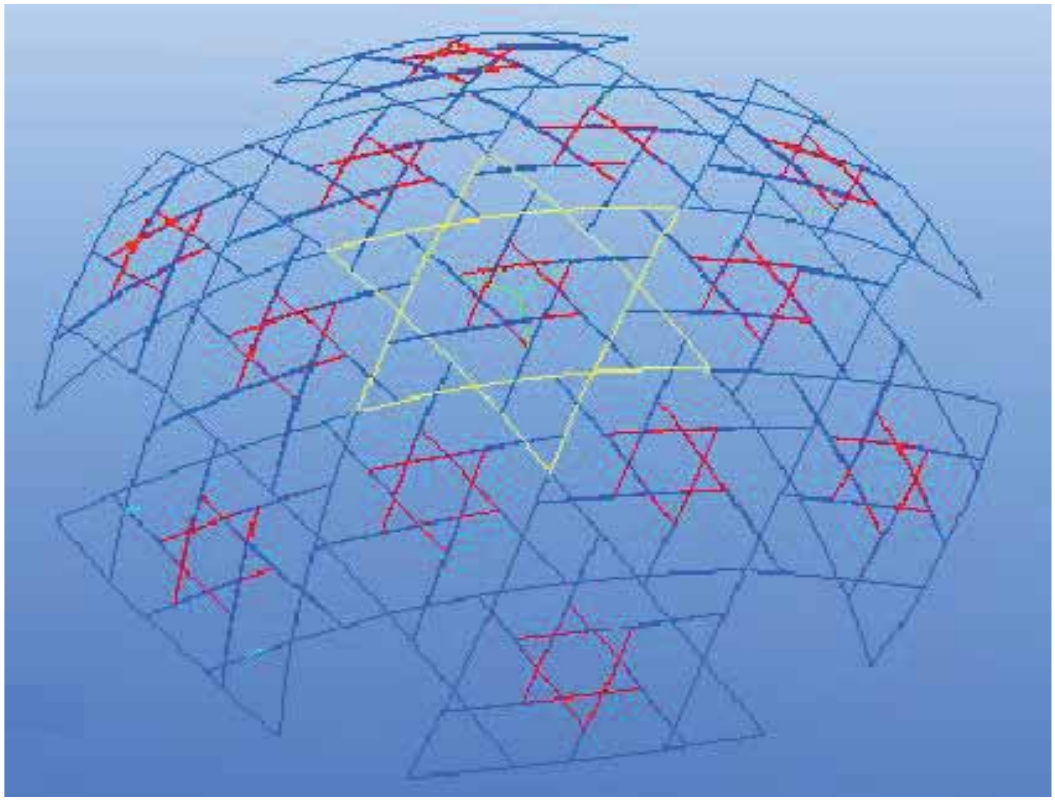
фиг.8



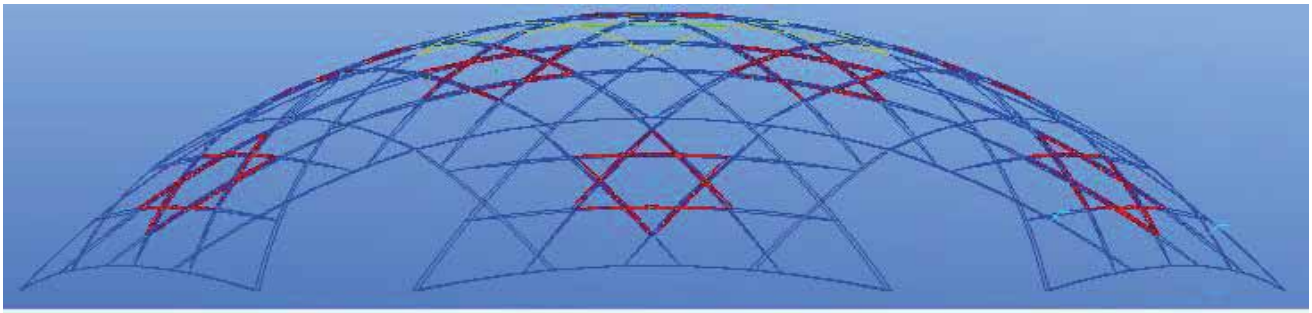
фиг.9



Фиг.10



Фиг.11



Фиг.12