

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041191**(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.09.23**

**(51)** Int. Cl. **E04B 7/14 (2006.01)**  
**E04B 1/342 (2006.01)**

**(21)** Номер заявки  
**201490818**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2012.04.25**

**(54) БОЛЬШЕПРОЛЁТНОЕ МОСТОВОЕ СООРУЖЕНИЕ**

**(31)** 201101500

**(32)** 2014.05.16

**(33)** ЕА

**(43)** 2014.10.30

**(66)** 201101500; 2011.10.18

**(86)** РСТ/RU2012/000315

**(87)** WO 2013/058675 2013.04.25

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**АЛЕКСЕЕВ ВЛАДИСЛАВ  
МАКСИМОВИЧ; АЛЕКСЕЕВ  
СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ; АЛЕКСЕЕВ  
ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ; АЛЕКСЕЕВ  
МАКСИМ СЕРГЕЕВИЧ (RU)**

**(72)** Изобретатель:  
**Алексеев Владислав Максимович,  
Алексеев Сергей Павлович, Алексеев  
Павел Сергеевич, Алексеев Максим  
Владиславович (RU)**

**(74)** Представитель:  
**Алексеев С.П. (RU)**

**(56)** N.P. Melnikova. Spravochnik proektirovschika. Metallicheskie konstruksii. Moscow, Stroizdat, 1980, p. 333-335, 342, drawings 19.23, 19.35, p. 152, 154, drawings 8.2, 8.8b  
SU-A-1173024  
CN-Y-201306017

**(57)** Перекрытие больших пролётов во все времена истории развития цивилизации интересовало и привлекало внимание не только архитекторов, но и обычных людей. Решение технических сложных задач при создании большепролётных сооружений всегда являлось показателем передового развития инженерного искусства, а также технического и финансового могущества стран, способных строить лучшие большепролётные сооружения. Изобретение относится к области большепролётного строительства, а именно к многопоясным тросовым конструкциям, предназначенным для перекрытия больших пролётов (250-350 м и более), и может быть использовано при создании самых больших и значимых общественных пространств, защищённых от неблагоприятных внешних воздействий. Также изобретение может быть применимо при строительстве большепролётных висячих и комбинированных мостов. Большепролётное сооружение имеет по меньшей мере один пролёт и содержит опоры с размещённой на них большепролётной многопоясной тросовой конструкцией покрытия. Большепролётная конструкция покрытия имеет по меньшей мере одну многопоясную тросовую систему, которая предварительно напряжена и перекрывает по меньшей мере один пролёт сооружения и, как правило, содержит 3-4 пояса высокопрочных тросов, распорные стойки, установленные между поясами тросовой системы, и первые элементы, выполненные с возможностью восприятия растягивающих и/или сжимающих усилий и установленные между тросами в поясах указанной тросовой системы, а кровельное покрытие размещено поверх тросовой системы.

**B1****041191****041191  
B1**

### Область техники

Изобретение относится к области строительства, а именно к пространственным большепролётным светопрозрачным сооружениям, и может быть использовано при создании замкнутых пространств для защиты зданий и территорий вокруг них от неблагоприятных внешних воздействий. Также изобретение может быть применимо при строительстве большепролётных тросовых и комбинированных мостов.

### Уровень техники

Широко известен проект сооружения "Купол над Хьюстоном", имеющего подобное назначение (<http://www.youtube.com/watch?v=3nVqmRJmSZE&feature=related>; <http://neferiournai.livejournal.com/2515143.html>).

Конструкция купола представляет собой металлический каркас, который содержит шестиугольные секции, "застекленные" многослойной пленкой Foiltec, и который опирается на мощный железобетонный фундамент. Согласно проекту параметры купола над Хьюстоном приблизительно составляют: высота - 450 м, диаметр основания - 1500 м, общая площадь защищаемой территории - 1,3 км<sup>2</sup>.

Основными недостатками сооружения согласно проекту "Купол над Хьюстоном" являются высокая сложность и крайне высокая стоимость возведения "Купола". Для строительства купола потребуются разработка и освоение новых методов строительства; создание дополнительных производственных мощностей для поставки на стройку не производящихся сегодня в нужном количестве некоторых строительных материалов, изделий и оборудования; подготовка большого количества монтажников-высотников для сборки металлоконструкций сооружения; обеспечение высочайшей точности установки всех силовых элементов купола. Согласно проекту опорный контур купола должен проходить через городские кварталы, а создание таких массивных опор внутри плотной городской застройки влечет за собой нарушение существующих коммуникаций и разрушение близлежащих к создающимся опорам зданий. Кроме того, строителям потребуются найти способы решения сложнейших вопросов, связанных с обеспечением безопасности проводимых работ (большую часть строительно-монтажных работ необходимо выполнять над центральными кварталами города), с сохранением строящегося объекта от ураганов и других разрушительных погодных явлений в период строительства, когда купол особенно уязвим и др. Даже только перечисленные здесь сложности и недостатки, в сочетании с отсутствием гарантий надежности купола в период его дальнейшей эксплуатации, не позволили реализовать проект до настоящего времени. Еще одним некоторым недостатком данного проекта защитных сооружений можно назвать то, что при дальнейшем возможном тиражировании объекта будет почти невозможно разнообразить форму защитного купола.

Ближайшим аналогом предложенного изобретения в техническом отношении является вантовое покрытие арены многопрофильного культурно-спортивного комплекса "Минск-Арена", строительство которого было завершено в декабре 2009 г. (источник: <http://ais.by/journal/2242> - журнал "Архитектура и строительство", № 11 (210) за 2009 г.; <http://ais.by/story/3512>, Вантовое покрытие многофункциональной спортивно-зрелищной арены).

Пространственная конструкция покрытия сооружения "Минск-Арена" выполнена с использованием передовых строительных технологий, современных материалов, оборудования и считается большепролётной. Это покрытие запроектировано из двухпоясных ферм, выполнено из высокопрочных тросов в виде "велосипедного колеса" и включает в себя замкнутый наружный железобетонный опорный контур, высокопрочные стальные тросы, домкраты, центральное металлическое кольцо диаметром 12 м, металлические трубные стойки-распоры, металлические ребристые плиты покрытия с утеплителем и рулонным водоизоляционным ковром. При этом чистый пролёт вантового покрытия в Минске равен всего 115 м и не дает возможности применения светопрозрачного покрытия по причине конструктивных особенностей устройства данного покрытия из тросовых ферм, изначально рассчитанного только на мягкую кровлю по металлическим плитам и поэтому не обладающего необходимой жесткостью и устойчивостью для размещения светопрозрачного покрытия. Еще одним недостатком такой конструкции покрытия для перекрытия больших пролетов являются ограниченные возможности по разнообразию форм и размеров перекрываемого пространства. Поэтому попытки дальнейшего существенного увеличения перекрываемого пролёта без изменения технических решений приведут к возникновению у проектировщиков ограничений, связанных с недопустимым увеличением прогиба Байтового покрытия, причём даже незначительное увеличение длины пролёта существенно увеличивает стоимость строительства.

Мировой опыт применения тросовых систем для перекрытия больших пролетов достаточно обширен и описан в многочисленных учебниках, например в следующих: Дёмина А.В., "Здания с большепролётными покрытиями", Учеб. пособие, Тамбов, 2003 г. (<http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2003/demina.pdf>) и Зверев А.Н., "Большепролётные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий", СПб ГАСУ, 1998 г. (<http://dwg.ru/dnl/3908>), где раскрыты области и варианты применения тросовых систем для создания перекрытий больших пролетов. Но известные сегодня в строительстве и рассмотренные в этих источниках технические решения не позволяют создать защитное сооружение, обеспечивающее перекрытие пролетов более 200 м и обладающее другими преимуществами предлагаемого сооружения.

Для лучшего объяснения технических особенностей данного изобретения в этом документе исполь-

зован термин "тросовая система со светопрозрачным покрытием". Деление конструкции тросового покрытия на отдельные тросовые системы условно.

Задача, на решение которой направлено предложенное изобретение, заключается в создании пространственного большепролётного сооружения с существенно увеличенным пролётом и светопрозрачным покрытием для защиты жилых, офисных, спортивных, торгово-развлекательных, образовательных, гостиничных, больничных и полифункциональных комплексов, других промышленных и гражданских объектов, а также территорий, к ним примыкающих, от нежелательных воздействий окружающей среды, и обеспечения условий для длительного и комфортного пребывания людей в пределах данного сооружения. Изобретение предполагается использовать в первую очередь на территориях с нестабильным или суровым климатом.

### **Сущность изобретения**

Поставленная задача решена благодаря тому, что в пролетном сооружении, имеющем по меньшей мере один пролёт и содержащем опоры с установленной на них пространственной пролетной конструкцией с покрытием, пространственная пролетная конструкция содержит по меньшей мере одну тросовую систему, которая предварительно напряжена и перекрывает по меньшей мере один пролёт сооружения; указанная тросовая система содержит как минимум два пояса тросов, распорные стойки, установленные между поясами тросовой системы, и первые элементы, выполненные с возможностью восприятия растягивающих и/или сжимающих усилий и установленные между тросами в поясах указанной тросовой системы.

По сравнению с известными сооружениями предложенное обладает следующими преимуществами: во-первых, такое выполнение защитного сооружения обеспечивает возможность перекрывать пролёты значительных величин, в том числе пролёты существенно больше 200 м. Во-вторых, благодаря тому, что тросовые системы содержат не менее двух поясов высокопрочных тросов, которые имеют распорные и стягивающие элементы, а также расчётное натяжение, предлагаемая конструкция обладает необходимой прочностью, жесткостью и устойчивостью, достаточными для размещения на ней светопрозрачного покрытия, состоящего из рамных конструкций и размещённых в них светопрозрачных элементов, или дорожного покрытия; различного дополнительного оборудования и систем, например солнечных батарей, видеокамер наблюдения, систем водоотведения и дымоудаления, различных осветительных приборов и прочих необходимых и полезных для жизнедеятельности людей средств; а также оборудования и устройств, обеспечивающих эксплуатацию и ремонт светопрозрачного или дорожного покрытия. Кроме этого, такая конструкция тросового покрытия обеспечивает достаточную гибкость в придании защитному сооружению самых разнообразных форм и размеров. По мнению авторов, правильно рассчитанная и выполненная тросовая конструкция защитного сооружения чрезвычайно надёжна в эксплуатации, так как предполагает возможность лишь частичного разрушения тросовой системы, связанного со случайным выключением из работы какого-либо троса, что не приведёт к обрушению светопрозрачного покрытия. Светопрозрачное покрытие за счёт собственных специальных рамных конструкций имеет достаточную жёсткость для сопротивления возможному в этом случае прогибу и разрушению, а ремонт тросовой системы производится легко и быстро заменой повреждённого троса, поскольку доступ к любому участку тросовой системы и светопрозрачного покрытия предусмотрен и обеспечивается посредством опорных конструкций покрытия и самой системой тросов.

Кроме того, стоимость возведения данного защитного сооружения сравнительно невысока благодаря тому, что в качестве опор светопрозрачного покрытия используются не специально построенные опорные конструкции, а основные здания комплекса.

Изучение потребительского и строительного рынков показало, что сегодня в мире существует определённый неудовлетворённый спрос на подобные сооружения и, кроме этого, имеется всё необходимое для полноценной реализации данного изобретения. В частности, уже в настоящее время известно несколько крупных международных производственно-строительных компаний, обладающих всем основным оборудованием, технологиями, материалами и необходимыми инженерно-техническими специалистами для строительства предложенного типа сооружений. Ещё одно преимущество изобретения заключается в том, что в предложенном сооружении система тросов не будет подвержена коррозии и другим разрушениям в результате воздействия окружающей среды, поскольку вся тросовая конструкция находится внутри закрытого пространства защитного сооружения.

Кроме этого, конструкция и габаритные размеры предлагаемого защитного сооружения создают наилучшие условия для эффективного применения большинства известных в настоящее время идей и способов энергосбережения и обеспечения энергонезависимости всего сооружения (даже само по себе использование такого защитного сооружения над комплексом зданий может обеспечить существенное уменьшение суммарной площади ограждающих конструкций комплекса, а значит, и экономическую эффективность при эксплуатации сооружения). А в районах с сейсмической активностью благодаря конструкции сооружения, представляющей собой совокупность связей и взаимное расположение тросовых систем с опорными зданиями, обеспечивается повышенная устойчивость высотных опорных зданий к возможным разрушениям от землетрясений.

Строительство предлагаемого защитного сооружения обеспечивает создание объёмных замкнутых

пространств, изолированных от окружающей среды светопрозрачными конструкциями с возможностью поддержания в их внутреннем объёме постоянных комфортных для человека заданных параметров температуры, влажности и чистоты воздуха, освещённости, безопасности и др.

В настоящее время большепролётные конструкции используются, главным образом, на спортивных и промышленных объектах, а в жилищном строительстве не применяются. Предложенное изобретение целесообразно использовать в первую очередь именно в жилищном строительстве для улучшения защиты людей от негативных климатических явлений, ухудшающейся экологии, проявлений экстремизма и др.

Таким образом, согласно настоящему изобретению предложено по сравнению с известными аналогами относительно простое, недорогое и надёжное техническое решение, обеспечивающее достижение поставленной задачи.

Предпочтительно в предложенном сооружении поверх и/или на одном из поясов тросовой системы расположено покрытие.

Предпочтительно в предложенном сооружении опорами указанной по меньшей мере одной тросовой системы являются по меньшей мере два здания или по меньшей мере два фундамента, или по меньшей мере один фундамент и по меньшей мере одно здание, или по меньшей мере две части по меньшей мере одного фундамента или по меньшей мере одного здания.

Предпочтительно в предложенном сооружении опоры указанной по меньшей мере одной тросовой системы имеют различную высоту или их высота одинаковая.

Разница в высоте опор дополнительно обеспечивает возможность перекрывать пролёты значительных величин, в том числе пролёты существенно больше 200 м.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере одна опора представляет собой опорный контур.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере между двумя опорами установлена по меньшей мере одна несущая конструкция для обеспечения опоры по меньшей мере одной соответствующей тросовой системы.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере одна тросовая система опирается обоими своими концами на один опорный контур.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере часть распорных стоек тросовых систем являются сквозными и имеют переменное и/или постоянное сечение.

Предпочтительно в предложенном сооружении светопрозрачное покрытие выбрано из группы, включающей стеклопакеты, многослойную полимерную тетрафторэтиленовую плёнку (например, этилен-тетрафторхлорэтилен (ETFE)), листовой сотовый поликарбонатный пластик, многослойный полиэфирный стеклопластик или их аналоги и/или другие светопрозрачные материалы. В качестве покрытия возможно применение и других новых светопрозрачных материалов с улучшенными свойствами.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере одна тросовая система пригружена посредством по меньшей мере одной тросовой оттяжки-пригруза.

Предпочтительно в предложенном сооружении светопрозрачное покрытие выполнено по меньшей мере с одним участком, не пропускающим свет.

Предпочтительно в предложенном сооружении по меньшей мере один участок светопрозрачного покрытия выполнен с возможностью его автоматического открывания и закрывания.

Предпочтительно в предложенном сооружении покрытие содержит плиту проезжей части.

Предпочтительно тросовое покрытие предложенного сооружения дополнительно содержит вторые элементы (натянутые тросы), выполненные с возможностью восприятия растягивающих усилий и установленные по меньшей мере между двумя тросами различных поясов соответствующей тросовой системы или тросовых систем.

Предпочтительно по меньшей мере одна опора является зданием, верхние этажи которого расположены выше покрытия, причём на указанных по меньшей мере одном здании и/или по меньшей мере одной тросовой системе также размещены средства для эксплуатации, ремонта и обеспечения безопасности сооружения, расположенные выше покрытия.

Согласно изобретению предложена также распорная стойка для расpirания тросов, которая является сквозной, имеет постоянное и/или переменное поперечное сечение и содержит продольно расположенные относительно распорной стойки стержни, соединённые друг с другом посредством планок или решёток и поперечных диафрагм.

Предпочтительно, предложенная распорная стойка содержит на своих концах устройства для закрепления этой стойки между расpirаемыми ею тросами.

Предпочтительно в предложенной распорной стойке поперечные диафрагмы установлены на расстоянии 1-3 м друг от друга в продольном направлении распорной стойки.

Предпочтительно в предложенной распорной стойке стержни, используемые для формирования ствола стойки, выполнены из металлических прокатных профилей или из профилей подходящих по свойствам композиционных материалов.

Согласно изобретению предложена также тросовая система, содержащая по меньшей мере два поя-

са тросов, распорные стойки, установленные наклонно и/или вертикально между поясами тросовой системы, и первые элементы, выполненные с возможностью восприятия растягивающих и/или сжимающих усилий установленные по меньшей мере между двумя тросами по меньшей мере одного пояса соответствующей и тросовой системы.

Предпочтительно предложенная тросовая система дополнительно содержит вторые элементы, выполненные с возможностью восприятия ими растягивающих усилий и установленные по меньшей мере между двумя тросами одного или различных поясов соответствующей тросовой системы или тросовых систем.

Предпочтительно по меньшей мере часть предложенной тросовой системы распорных стоек являются сквозными и имеют постоянное или переменное сечение.

Предпочтительно предложенная тросовая система пригружена посредством по меньшей мере одной тросовой оттяжки-пригруза.

Использование в большепролётных многопоясных тросовых системах сквозных распорных стоек постоянного и переменного сечений позволяет: не только уменьшить общий вес тросовых систем, но, за счёт возможности значительного увеличения длины таких стоек, уменьшить и количество поясов тросовых систем.

Кроме этого, при использовании сквозных распорных стоек в светопрозрачных покрытиях большепролётных сооружений очень важным преимуществом перед сплошностенными распорными стойками является снижение затенения сквозными стойками внутреннего пространства сооружения от внешнего источника света.

Преимуществом применения сквозных распорных стоек круглого поперечного сечения в тросовых системах является возможность соблюдения в них условия равностойчивости, так как меняющиеся направления изгибающих и крутящих моментов, действующие на распорную стойку, в процессе работы тросовой системы не приведут в этом случае к её разрушению.

#### **Перечень фигур**

Изложенная сущность изобретения поясняется чертежами, где:

на фиг. 1 показан общий вид сооружения - фасад, соответствующий первому и второму вариантам выполнения изобретения;

на фиг. 2 показан план сооружения на отметке 0 (уровень земли), соответствующий первому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 3 показан план сооружения на отметке 0 (уровень земли), соответствующий второму варианту выполнения изобретения;

на фиг. 4 показан разрез по линии А-А на фиг. 2, соответствующий первому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 4а показан разрез по линии А-А на фиг. 2, соответствующий третьему варианту выполнения изобретения, в котором опорами тросовых систем являются фундамент и здание;

на фиг. 5 показан разрез по линии В-В на фиг. 3, соответствующий второму варианту выполнения изобретения;

на фиг. 6 показана четырёхпоясная тросовая система со светопрозрачным покрытием в разрезе по линии С-С на фиг. 4 согласно первому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 7 показана трёхпоясная тросовая система со светопрозрачным покрытием в разрезе по линии D-D на фиг. 5 согласно второму варианту выполнения изобретения;

на фиг. 8 показана двухпоясная тросовая система со светопрозрачным покрытием в разрезе.

на фиг. 9 показана тросовая система со сложным профилем светопрозрачного покрытия в разрезе;

на фиг. 10 показан общий вид защитного сооружения выполненного в виде четырёхугольной пирамиды, соответствующего четвертому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 11 показан вид сверху защитного сооружения выполненного в виде четырёхугольной пирамиды, соответствующего четвертому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 12 показан вид сверху защитного сооружения, согласно пятому варианту реализации, выполненного в виде крытого спортивного стадиона, объединённого с гостинично-офисным центром;

на фиг. 13 показан разрез по линии А-А на фиг. 12 крытого спортивного стадиона объединённого с высотным гостинично-офисным центром;

на фиг. 14 показан общий вид распорной стойки тросовой системы, имеющей сквозную конструкцию и переменное поперечное сечение;

на фиг. 15 показан разрез по линии Е-Е на фиг. 14 распорной стойки тросовой системы, имеющей сквозную конструкцию и переменное сечение;

на фиг. 16 показан общий вид тросового большепролётного моста;

на фиг. 17 показан разрез по линии К-К на фиг. 16 пролётного строения тросового большепролётного моста.

#### **Подробное описание изобретения со ссылками на чертежи**

Предложенное согласно настоящему изобретению светопрозрачное многопоясное тросовое покрытие является большепролётным, что подтверждено предварительными расчётами и испытаниями постро-

енных моделей, согласно которым величина перекрываемого чистого пролёта может достигать 700 м и более. В качестве основных опор тросовых систем предлагается использовать отдельно стоящие здания различной или одинаковой высоты, или фундаменты, или комбинацию зданий и фундаментов. Кроме того, опорами могут быть выступающие части одного здания. Для перекрытия пролетов упомянутой величины предпочтительно, чтобы одно из опорных зданий имело надземную часть высотой 0-10 м (например, только подземные этажи и до 3 этажей), а другое было значительно выше, например 30-500 м (10-150 этажей).

Причём максимальная разница в высотах опор в сочетании с оптимальным углом наклона многопоясного тросового покрытия может позволить перекрыть в случае особой необходимости пролёты и в 1000 м.

На фиг. 1 изображен фасад предложенного сооружения, соответствующий первому и второму вариантам выполнения и иллюстрирующий совместно с фиг. 2-5, что первая опора 1, представляющая собой по меньшей мере одно опорное здание, выполнена в виде опорного контура, который является по высоте самым низким из всех опор и может быть заглублён до уровня земли. При этом опорный контур имеет конструкцию, благодаря которой, помимо восприятия им вертикальных нагрузок от светопрозрачного покрытия, он выполняет и функцию контрфорсов для восприятия мощных горизонтальных усилий от системы натянутых тросов.

Опорный контур представляет собой по меньшей мере одно здание или несколько зданий и/или фундаментов, расположенных вплотную друг к другу таким образом, что они составляют замкнутый контур.

На фиг. 4, 4а и 5 видно, что высота центральной опоры 2, представляющей собой центральное опорное здание, превышает высоту всех промежуточных опор 3, представляющих собой промежуточные опорные здания, высота которых, в свою очередь, превышает высоту опорного контура. Существуют и другие очевидные специалисту модификации предложенного сооружения, в котором высота опорных зданий соответственно увеличивается в направлении к центру сооружения.

На фиг. 2 и 3 изображены планы предложенных сооружений на отметке уровня земли согласно первому и второму вариантам выполнения предложенного сооружения соответственно.

Защитное сооружение согласно первому варианту выполнения (фиг. 2, 4, 6) содержит первую опору 1 в виде наружного опорного контура, центральную опору 2 в виде многоэтажного здания и четырёхпоясные тросовые системы 4 со светопрозрачным покрытием 11. Каждая четырёхпоясная тросовая система 4 перекрывает один пролёт между первой опорой 1 и центральной опорой 2 и содержит высокопрочные тросы 5, например, выполненные из стали и/или углеродных волокон, образующие пояса 6, распорные стойки 7, первые элементы в виде растяжек-распоров 8, домкраты 9 (схематично изображены на фиг. 4, 5), оттяжки-пригрузки 10. На верхнем поясе тросовой системы 4 размещено светопрозрачное покрытие 11, содержащее светопрозрачные элементы 12 и рамную конструкцию 13.

Защитное сооружение согласно второму варианту выполнения (фиг. 3, 5, 7) содержит первую опору 1 в виде наружного опорного контура, центральную опору 2 и промежуточные опоры 3 в виде многоэтажных зданий, трёхпоясные тросовые системы 4 со светопрозрачным покрытием 11. Каждая трёхпоясная тросовая система 4 перекрывает два пролёта между первой опорой 1 и центральной 2 и содержит высокопрочные тросы 5, например, выполненные из стали и/или углеродных волокон, распорные стойки 7, первые элементы в виде растяжек-распоров 8, домкраты 9 (схематично изображены на фиг. 5), оттяжки-пригрузки 10, а на верхнем поясе тросовой системы 4 размещено светопрозрачное покрытие 11, содержащее светопрозрачные элементы 12 и рамную конструкцию 13. В разрывах промежуточного опорного контура, содержащего промежуточные опоры 3, представляющие собой промежуточные опорные здания, с целью обеспечения промежуточной опоры для тросовых систем 4 применяются металлические несущие конструкции 14, например, в виде ферм (фиг. 3).

Кроме предложенных вариантов выполнения защитных сооружений возможны и некоторые другие.

На фиг. 4а показан разрез по линии А-А на фиг. 2, соответствующий третьему варианту выполнения изобретения. В третьем варианте выполнения изобретения опорами тросовых систем являются опорный фундамент 15, первая опора 1 в виде здания 1 и вторая опора 2 в виде здания. Изображенный на фиг. 4а опорный фундамент 15 включает сваи 16 и ростверк 17. Ростверк 17 может быть выполнен из железобетона или другого подходящего материала и объединяет оголовки свай в единую плиту, а концы тросовых систем 4 крепятся к нему посредством соответствующих анкеров. Специалисту очевидно, что опорные фундаменты для тросовых систем могут иметь и другие конструкции. Очевидно, что для выбора подходящей конструкции опорного фундамента необходимо произвести расчёт фундамента с учётом того, что опорные фундаменты предназначены не только для восприятия вертикальных нагрузок от светопрозрачного покрытия, но и для выполнения роли контрфорсов для восприятия мощных горизонтальных усилий от напряжённой тросовой системы. Также возможно в качестве опорных конструкций для тросовых систем использование скального грунта, на котором концы тросов крепятся так же, как и на опорных фундаментах, согласно принятой практике и произведённым расчётам.

Интересен для реализации ещё один, вариант выполнения, а именно четвёртый вариант, в котором защитное сооружение имеет вид четырёхугольной пирамиды (фиг. 10) и может использоваться, напри-

мер, в качестве полифункционального корпоративного комплекса. Специалисту очевидно, что пирамидальный вид предлагаемого сооружения возможен в первом и втором рассмотренных вариантах реализации, но, имея свои нюансы, может также иметь некоторые дополнения по отношению к рассмотренным выше вариантам. Нюансы заключаются в том, что грани пирамиды должны быть чётко видны, т.е. различимы на сооружении, а также должны иметь высокую устойчивость и жёсткость.

На фиг. 10 и 11 показаны соответственно общий вид и вид сверху защитного сооружения, выполненного в виде четырёхугольной пирамиды, соответствующего четвертому варианту выполнения изобретения. Защитное сооружение согласно четвертому варианту выполнения содержит первую опору 1 в виде наружного опорного контура 1, содержащего, например, многоуровневую автомобильную парковку, склады, технические помещения и др., вторую опору 2 в виде многоэтажного здания, расположенного в центре пирамиды; тросовые системы 4 со светопрозрачным покрытием 11, а также дополнительные промежуточные опоры 3 в виде зданий с различным количеством этажей, служащие опорами для рёбер 14 пирамиды и для тросовых систем 4.

Промежуточные опоры 3 могут по каждой грани пирамиды иметь вид, например, одного здания с разновысокими частями, высота которых уменьшается от центральной опоры 2 к опорному контуру 1, либо могут представлять собой отдельно стоящие разновысокие здания, высота которых также уменьшается от центральной опоры 2 к опорному контуру 1.

С целью обеспечения опоры для тросовых систем 4 по оси граней пирамиды и вне пределов центральной опоры 2 использованы металлические несущие конструкции 14, например, в виде мощных металлических балок. В четвертом варианте выполнения, как и в первом, опорный контур 1, на который опираются все тросовые системы 4 пирамиды, включает несколько зданий, расположенных определённым образом вплотную друг к другу и образующих в плане квадрат.

Также предложенное изобретение не только обеспечивает возможность размещения под одним общим светопрозрачным покрытием большого многофункционального спортивного комплекса с футбольными полями, бассейнами, теннисными кортами, гостиничными, тренажёрными, бытовыми и др. зданиями и сооружениями (фиг. 1), но и даёт возможность строительства отдельного крытого спортивного стадиона объединённого, например, с высотной гостиницей (см. фиг. 12, 13).

На фиг. 12 и 13 показаны вид сверху и разрез защитного сооружения со светопрозрачным покрытием, выполненного в виде отдельного крытого спортивного стадиона, соответствующего пятому варианту выполнения изобретения.

Отдельный крытый спортивный стадион является упрощённым и уменьшенным вариантом вышеописанных первого и второго вариантов выполнения защитного сооружения. Это же защитное сооружение может быть построено, и лишь только как футбольный стадион.

Сооружение согласно пятому варианту выполнения содержит первую опору 1 в виде одного здания, совмещённого с первыми трибунами 18 спортивного стадиона, которые в этом случае, дополнительно к своему прямому назначению, выполняют функцию контрфорсов, противодействуя силам натянутых тросов светопрозрачного покрытия 4. Вторая опора 2 в виде высотного опорного здания совмещена со вторыми трибунами 19 спортивного стадиона. Контрфорсами высокой опоры 2 выступают не только трибуны 19, но и связанные с опорным зданием 2 дополнительные пристройки 20, примыкающие к зданию 2 с наружной стороны стадиона. Многопоясные тросовые системы 4, перекрывающие пролёт между опорным зданием 1 и опорным зданием 2, наклонены за счёт разницы высот опорных зданий и являются основанием для размещения светопрозрачного покрытия 11, выполненного с полной или частичной возможностью раздвигаться или открываться. Между опорными зданиями 1 и 2, по контуру наружных стен стадиона, расположены самонесущие конструкции 21, которые делают контур наружных стен замкнутым. В качестве конструкций 21 могут быть использованы как отдельные здания, так и самые разнообразные самонесущие светопрозрачные фасады. Защитное сооружение также может включать в себя пристройки 20, являющиеся основными контрфорсами высотного опорного здания 2 и предназначенные для восприятия горизонтальных усилий от натянутых тросовых систем. Пристройки 20 должны иметь предпочтительно вертикальную, ступенчатую или непрерывно наклонную наружную поверхность, увеличивающуюся в сечении к фундаментам пристроек. Необходимость строительства и параметры пристроек 20 должны быть определены специалистом при проектировании конкретного спортивного сооружения.

Согласно изобретению предложен шестой вариант выполнения сооружения с применением многопоясных тросовых систем в большепролётном мостостроении (фиг. 16 и 17), где они могут составить определённую конкуренцию висячим мостам.

Внешнее отличие тросового моста от висячих мостов заключается в том, что ему не требуются пилоны и высокие опоры, а плита проезжей части тросового моста располагается поверх поддерживающих её тросов. В висячих и вантовых мостах дорожное полотно подвешено на тросах (вантах) и располагается ниже их.

Преимущества таких мостов (назовем их тросовыми мостами) является лёгкость конструкции, возможность перекрывать большие пролёты протяженностью до 2000 м и более, относительная, в сравнении с другими конструкциями большепролётных мостов, простота и экономичность строительства.

Экономичность строительства тросовых мостов достигается отсутствием в их конструкции высоких

опор и пилонов, которые по затратам труда и материалов составляют 50-60 общих затрат на все сооружение. А хорошая гибкость тросовой системы позволят обеспечить высокую живучесть тросовых мостов при самых сильных землетрясениях и ураганах.

Недостатком тросовых мостов можно назвать то, что их строительство имеет некоторые ограничения. Так, по предварительным расчётам, данные конструкции мостов применимы лишь там, где глубина перекрываемого пространства составляет не менее десятой части длины пролёта.

На фиг. 16 и 17 показаны общий вид тросового большепролётного моста и разрез пролётного строения тросового моста по линии К-К. Тросовый большепролётный мост содержит устои (крайние опоры моста) в виде опорных фундаментов 15, промежуточные опоры 3 и пролётное строение, которое состоит из многопоясной тросовой системы 4 и плиты проезжей части 22.

Многопоясная тросовая система 4 перекрывает главный пролёт моста и опирается на опоры 15 и 3, но не заканчивается на промежуточной опоре 3, а продолжается до опоры 15, на которой концы тросов закрепляются при помощи анкерных устройств на уровне земли на фундаментах, воспринимающих все горизонтальные усилия от натянутых тросов.

Для специалиста очевидно, что плита проезжей части 22 тросового моста представляет собой стальную раму из перпендикулярно пересекающихся поперечных и продольных рёбер жёсткости, поверх которой выкладываются слои дорожной одежды.

Пролётное строение главного пролёта тросового моста обязательно должно быть пригружено оттяжками-пригрузами 10 на расчётные усилия для получения необходимой устойчивости при восприятии тросовой системой всех постоянных и переменных нагрузок.

Согласно настоящему изобретению предложена распорная стойка сквозной конструкции для распора тросов в тросовых системах большепролётных сооружений. На фиг. 6-9 схематично изображены распорные стоки 7. Согласно изобретению сквозные распорные стойки, применяемые в тросовых системах большепролётных сооружений, могут иметь постоянное или переменное поперечное сечение.

На фиг. 14 и 15 изображены общий вид сквозной распорной стойки переменного поперечного сечения и разрез этой стойки по линии Е-Е.

На чертежах видно, что ствол сквозной распорной стойки содержит несколько стержней 25 прокатных профилей (в рассматриваемом варианте стержни 25 являются трубами, но для специалиста очевидно, что профили стержней могут быть и другими), которые соединяются между собой планками 26 (или решётками 26') в единое целое. Планки 26 (или решётки 26') значительно увеличивают жёсткость ствола распорной стойки в целом, так как благодаря им стержни работают слитно, подобно единому сечению. Чтобы сохранить неизменяемость контура поперечного сечения сквозной распорной стойки, стержни 25 дополнительно соединяются поперечными диафрагмами 27, которые целесообразно ставить через определённые расстояния (например, от 1 до 3 м) по длине распорной стойки. Распорная стойка на своих концах имеет базы 28 (крепёжные устройства, с помощью которых стойка соединяется со специальными хомутами, устанавливаемыми заранее на тросах расpirаемой тросовой системы в местах крепления стойки).

Специалисту очевидно, что конструкции многопоясных тросовых систем, предлагаемые для перекрытия больших пролётов, могут быть самыми различными и существенно отличаться от указанных на фиг. 6-9.

Согласно изложенным предпочтительным вариантам выполнения, не являющимися ограничивающими, так как возможны другие варианты, с целью обеспечения необходимой устойчивости и жёсткости тросовых систем 4 и описанных изобретением покрытий 11 (22) в целом, предусмотрено следующее:

1) на каждом тросе 5 всех поясов 6 тросовой конструкции установлено по два анкерных устройства (на одном конце троса нерегулируемое, а на другом - регулируемое), где посредством домкратов 9 во всех тросах 5 всех поясов 6 тросовых систем 4 созданы предварительные напряжения. При этом обеспечена равномерность напряжений в каждом тросе 5 путем натяжения тросов на специальные упоры (на чертежах не показаны), которые могут быть расположены как на опорном контуре сооружения, так и на других опорных конструкциях;

2) между предварительно напряжёнными тросами 5 смежных поясов 6 тросовых систем 4 при помощи хомутов установлены жёсткие распорные стойки 7, предпочтительно круглого поперечного сечения, определённой проектом длины и конструкции, т.е. сплошностенные и/или сквозные, при этом часть стоек может иметь переменное сечение, и первые элементы (растяжки и/или распоры 8), которые, работая сообща, обеспечивают стабилизацию и требуемую форму светопрозрачному покрытию 11. А светопрозрачное покрытие 11, за счёт собственных жестких рамных конструкций 13, повышает жёсткость тросовой конструкции и обеспечивает ей высокую устойчивость к восприятию внешних нагрузок;

3) кроме этого, при необходимости дальнейшего увеличения жёсткости и устойчивости всей конструкции покрытия и для борьбы с возможным проявлением резонанса тросовые системы 4 могут быть дополнительно пригружены с помощью тросовых оттяжек-пригрузов 10 специальной конструкции, а также содержать вторые элементы 23 - стягивающие тросы, выполненные с возможностью восприятия растягивающих усилий и установленные по меньшей мере между двумя тросами различных поясов соответствующих тросовых систем или по меньшей мере двумя тросами одного пояса. Светопрозрачное по-

крытие 11 установлено по верху распорных стоек 7, предпочтительно на верхнем поясе тросовых систем 4 и содержит стеклопакеты 12, закреплённые на специальных рамных конструкциях 13. Для специалиста очевидно, что светопрозрачное покрытие 11 также может содержать и другие светопрозрачные элементы 12, например многослойные полимерные плёночные элементы Foiltec (ETFE), листовой сотовый поликарбонатный пластик и другие светопрозрачные материалы с различными свойствами.

После выполнения всех монтажных работ и достижения полного расчётного напряжения тросов 5 тросовые системы 4 со светопрозрачным покрытием 11 могут воспринимать все расчётные нагрузки.

Для защиты сооружения от внешних воздействий среды светопрозрачное покрытие 11 может дополнительно оборудоваться различными средствами водоотвода, электрообогрева, светоотражения, светопреломления, фотоэлектрическими панелями и другими необходимыми и полезными для потребителя устройствами и системами.

Предложенная технология строительства предложенных сооружений позволяет проектировать и возводить сооружения бесконечно большого разнообразия форм и размеров. Для специалиста очевидно, что проектирование защитных сооружений, находящихся в различных климатических зонах, при определении размера и формы защитного сооружения должно учитывать соответствующие этим климатическим зонам расчётные ветровые и снеговые нагрузки.

Заданные проектом размеры и форму всего защитного сооружения обеспечивают размеры и форму (в плане) внешнего опорного контура сооружения (опоры 1), разницу высот опорных конструкций (опоры 1, 2 и 3), количество и величины перекрываемых пролетов, количество поясов 6 тросовых систем 4, разницу в толщинах и силе натяжения тросов 5, размеры длин распорных стоек 7, профиль светопрозрачного покрытия 11, дополнительные оттяжки-пригрузы 10, выступающие над светопрозрачным покрытием различные конструкции и системы, устройства, приспособления и механизмы, а также выступающие над светопрозрачным покрытием надстройки верхних этажей опорных зданий и др.

В заключение необходимо отметить, что, по мнению авторов изобретения, данная технология строительства защитных сооружений наилучшим образом вписывается в идею так называемого "Зелёного строительства" (Green Buildings).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Большепролётное мостовое сооружение, имеющее по меньшей мере один пролёт и содержащее опоры с размещённой на них тросовой системой и проезжей частью, отличающееся тем, что тросовая система предварительно напряжена и перекрывает по меньшей мере один пролёт сооружения;

указанная тросовая система содержит по меньшей мере три пояса тросов, распорные стойки, установленные наклонно и/или вертикально между поясами тросовой системы, и первые элементы, выполненные с возможностью восприятия растягивающих и/или сжимающих усилий и установленные по меньшей мере между двумя тросами по меньшей мере одного пояса соответствующей тросовой системы, причём тросовые системы несут на себе плиту проезжей части моста, которая расположена над тросовой системой поверх указанных поясов,

причём распорные стойки, применённые в конструкции моста, являются сквозными и/или сплошнотенчатыми, имеют постоянное и/или переменное поперечное сечение, причём сквозная стойка представляет собой ствол, который состоит из нескольких продольно расположенных стержней, объединённых в единую пространственную конструкцию с помощью соединения их между собой посредством планок и поперечных диафрагм.

2. Сооружение по п.1, отличающееся тем, что опорами указанной по меньшей мере одной тросовой системы являются по меньшей мере два здания или по меньшей мере два фундамента или по меньшей мере один фундамент и по меньшей мере одно здание.

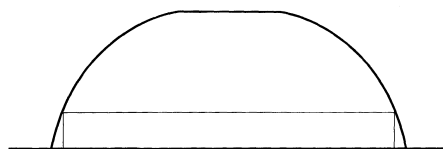
3. Сооружение по любому из пп.1, 2, отличающееся тем, что опоры указанной по меньшей мере одной тросовой системы имеют различную высоту или их высота одинаковая.

4. Сооружение по любому из п.1-3, отличающееся тем, что по меньшей мере часть распорных стоек тросовой системы являются сквозными и имеют переменное и/или постоянное сечение.

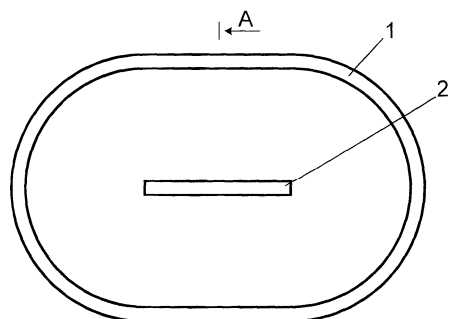
5. Сооружение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что указанная по меньшей мере одна тросовая система пригружена посредством по меньшей мере одной тросовой оттяжки.

6. Сооружение по любому из пп.1-5, отличающееся тем, что указанная по меньшей мере одна тросовая система дополнительно содержит вторые элементы, выполненные с возможностью восприятия ими растягивающих усилий и установленные по меньшей мере между двумя тросами одного или различных поясов соответствующей тросовой системы или тросовых систем.

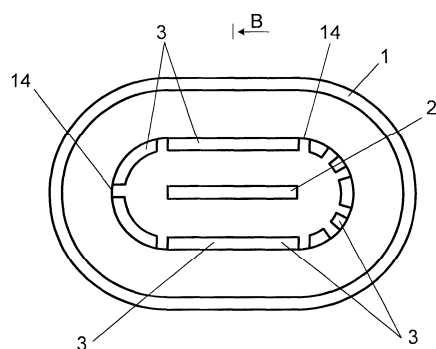
7. Сооружение по любому из пп.1-6, отличающееся тем, что тросовые системы несут на себе плиту проезжей части моста.



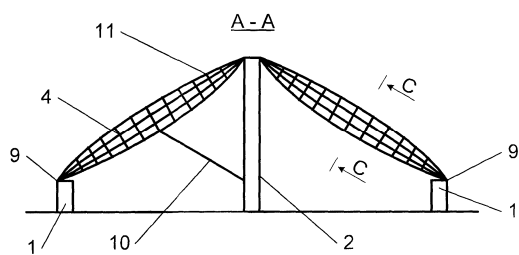
Фиг. 1



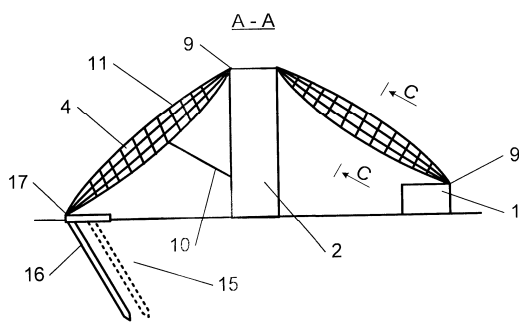
Фиг. 2



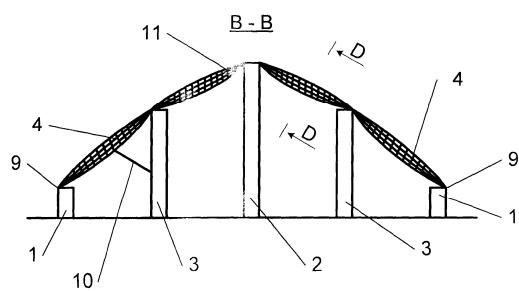
Фиг. 3



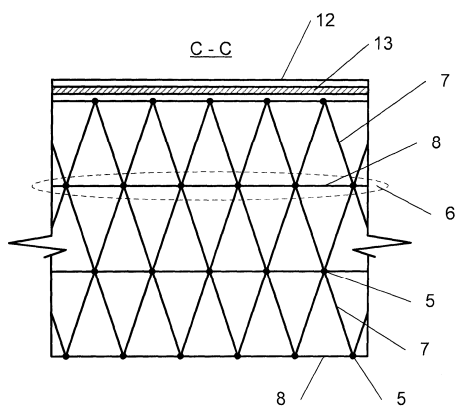
Фиг. 4



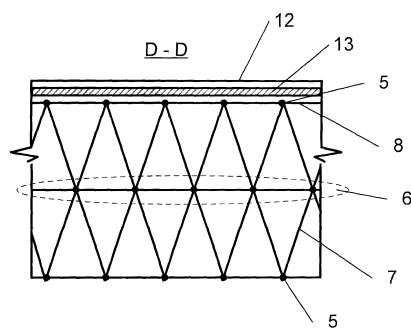
Фиг. 4а



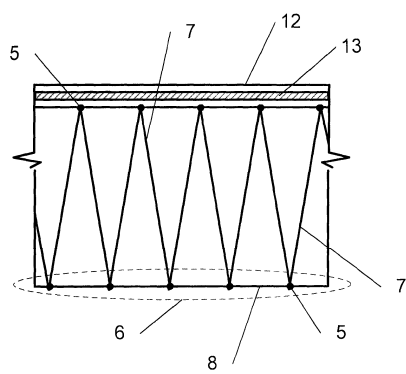
Фиг. 5



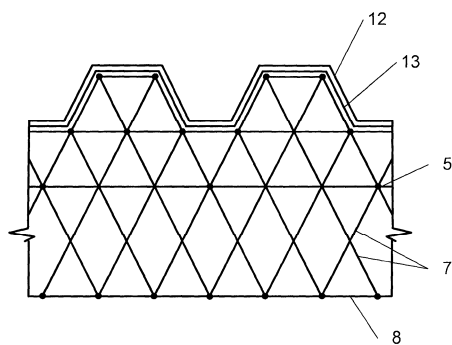
Фиг. 6



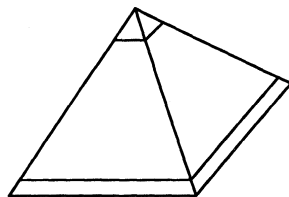
Фиг. 7



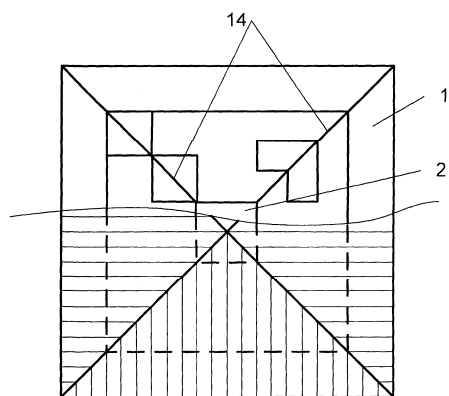
Фиг. 8



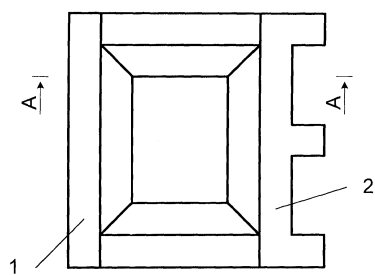
Фиг. 9



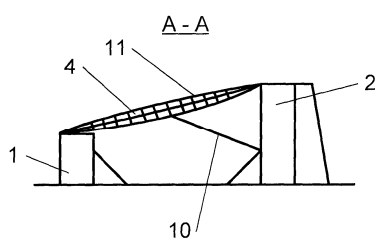
Фиг. 10



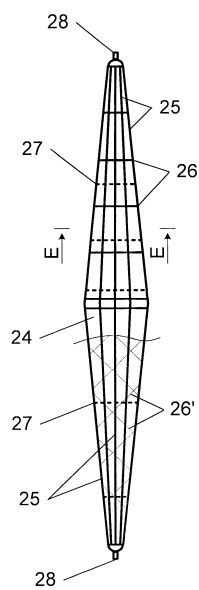
Фиг. 11



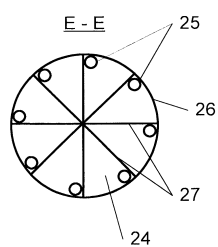
Фиг. 12



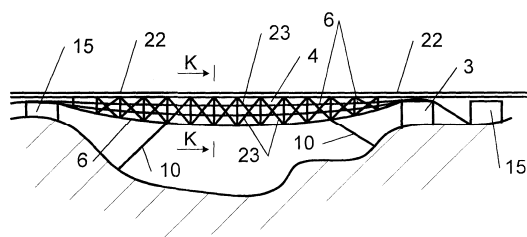
Фиг. 13



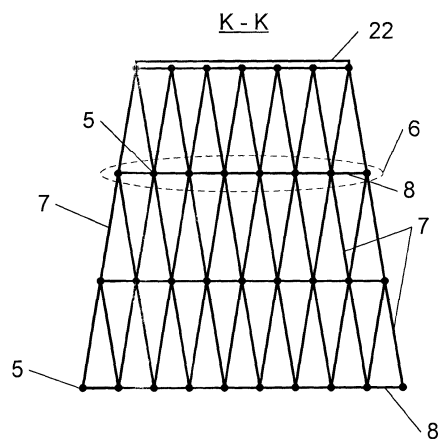
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

