

Область применения изобретения

В системе классификации изобретений отсутствует классификационная группа для конструктивных систем как таковых, к которым относится наиболее соответствующее определение изобретения, но имеются специальные классы, относящиеся к особым типам конструкций, таким как «статические конструкции» (класс 52 по классификации США), «мосты» (класс 14 по классификации США), «железнодорожный подвижной состав» (класс 105, подкласс 396+ по классификации США), «водные суда» (класс 114, подкласс 65+, по классификации США), «воздухоплавательные устройства» (класс 244, подкласс 117+, по классификации США), «спускаемые аппараты: корпуса и покрывающие устройства» (класс 296 по классификации США) и так далее. При этом применительно к устройствам, работающим на кручение, структурная классификационная группа отсутствует, и классификация может быть ограничена только пружинами (класс 267 по классификации США) и т.д. Кроме того, данное изобретение включает элементы, которые могут быть в целом отнесены к классу 152, подклассы 1-13, (поддресоренные колеса и упругие шины и колеса) по классификации США, и к классу 152, подклассы 516-520, (устройства с шинами, остающимися безопасными после прокола) по классификации США.

Предпосылки изобретения

Существенного прогресса в использовании основных конструктивных систем для стационарных конструкций не произошло из-за появления предварительно напряженного армированного бетона и конструкционной стали и использования тросов в качестве элементов конструкции, работающих на растяжение. Были предложены такие новаторские инженерные и архитектурные разработки, как разнообразные складные конструкции, трубчатые, шаровые и другие виды пространственных ферм, а также разработки в области конструкций, относящихся к средствам передвижения, например отформованные листовые ужесточающие приспособления. Однако ни в одной из указанных разработок не удалось обойтись без обычных конструктивных элементов, работающих на сжатие, растяжение и изгиб. Несмотря на то, что в последнее время было предложено большое количество разработок в области конструкций, относящихся к средствам передвижения, например отформованные листовые ужесточающие приспособления, основные способы проектирования не претерпели существенных изменений по сравнению с конструкциями, имеющими ребра жесткости, несущие продольные балки и фермы. Настоящее изобретение является существенным шагом вперед в области конструктивных систем как стационарных, так и подвижных, с точки зрения их веса, прочности, гибкости и величины.

По мнению заявителя, отсутствует какой-либо уровень техники, на котором могло бы быть основано данное изобретение, за исключением, главным образом, разработок в области проектирования и расчёта зданий и сооружений, ни одна из которых непосредственно не направлена на конструктивные комбинации из элементов кручения или из тороидальных элементов.

Существует некоторое внешнее графическое сходство, относящееся к формам и очертаниям, которые можно найти в некоторых патентах, описывающих купольные и сферические конструкции, в которых используются кольцевые или круговые элементы. Одна из таких кольцевых конструкций, описанная в патенте США № 4128104, является «каркасной конструкцией, состоящей из кольцевых элементов, пересекающихся друг с другом особым способом». В этом патенте не упоминается какого-либо использования скручивающей нагрузки кольцевых элементов, и непременным условием является взаимная связь («взаимное пересечение») этих элементов. Еще одна такая конструкция является модульной купольной конструкцией, описанной в патенте США № 3959937 и состоящей из «кольцеобразных» элементов одинакового размера, образующих купол при их соединении особым способом. Этот патент относится к «усовершенствованной строительной конструкции для куполов или других сферических каркасов», и при этом в нем раскрыта не универсальная конструктивная система, а предложено отказаться от использования «тонких кольцевых элементов простой тороидальной или другой простой формы» из-за их несущественной прочности. Кроме того, этот патент ограничен «использованием элементов, по существу, одинакового размера», и в нем отсутствуют указания об использовании прочности на скручивание материалов или скручивающей нагрузки.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к конструктивной системе, в которой в одном варианте выполнения используются элементы, «тороидальные» по форме, то есть «тороидальные элементы», соединенные с образованием конструкции, в другом варианте выполнения используются элементы, работающие в основном на кручение при восприятии нагрузки, то есть «элементы кручения», соединенные с образованием конструкции, и в предпочтительном варианте выполнения используются «тороидальные элементы кручения», то есть конструктивные элементы, «тороидальные» по форме, работающие в основном на кручение при восприятии нагрузки и соединенные с образованием конструкции.

Используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «элемент кручения» означает конструктивный элемент, работающий в основном на кручение при восприятии нагрузки.

Используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «тороидальный» означает «тороид» или относящийся к «тороиду». Термин «тороид» не должен ограничивать настоящее изобретение применением элементов, имеющих форму тора, математическое определение которого описывает его как поверхность и как тело вращения, полученную (полученное) при вращении круга, ограничивающего поперечное сечение трубчатого канала тора, вокруг оси в плоскости круглого поперечного сечения. Используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «тороид» означает любую форму, имеющую главные признаки тора, а именно трубчатый канал, замкнутый им цилиндр или призма без учета правильности их формы, а также означает любую замкнутую им трубчатую, цилиндрическую или призматическую форму, в целом с конфигурацией тора, образуя таким образом механическую замкнутую цепь, образующую «трубчатый канал» «тороида», независимо от формы его поперечного сечения, которая может даже изменяться в пределах данного «тороида». Тороид может быть образован путем соединения цилиндрических или призматических частей, прямых или изогнутых, или путем соединения прямых или изогнутых частей в любой комбинации или порядке, и может иметь любую форму, которую может образовать замкнутая труба: эллиптическую, круговую, многоугольную, правильную или неправильную, симметричную, полностью или частично, или даже асимметричную, выпуклую или вогнутую наружу, частично или полностью. Кроме того, используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «тороид» включает: (а) сплошные поверхности тороидов, стенки трубчатого канала ограниченной толщины, внешняя часть которых ограничена тороидальной поверхностью, и тела, ограниченные тороидальной поверхностью; (б) любую каркасную конструкцию из элементов, которая будучи заключенной в оболочку имеет форму тороида; (в) любую каркасную конструкцию из элементов, которая лежит в геометрическом месте точек тороидальной поверхности; (д) пучок или бухту волокон, проволоки, нитей, тросов или полых трубок, переплетенных, свитых, навитых, скрученных, склеенных, сваренных или как-либо иначе соединенных с образованием ими по отдельности или вместе тороидальной формы. Основным свойством тороидального конструктивного элемента является то, что он не имеет нетороидальных обычных перекрестных связей, диаметальных или проходящих по хорде, внутри периметра своего трубчатого канала, которые работают при сжимающей, растягивающей или какой-либо иной нагрузке. Однако, как показано на фиг. 78-81, тороидальный элемент может быть усилен внутри периметра своего трубчатого канала другими тороидальными

элементами, которыми могут быть элементы кручения, обычные или какие-либо иные элементы.

Используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «элемент кручения/тороидальный элемент» означает конструктивный элемент, который может быть как элементом кручения, так и тороидальным элементом, или тороидальным элементом кручения, так что этот термин охватывает все три варианта. В ином случае, когда используется какой-либо из указанных вариантов, именно этот вариант должен быть специально указан путем его точного описания: элемент кручения, тороидальный элемент или тороидальный элемент кручения. Однако указание на элемент кручения должно использоваться для обозначения элемента, который может быть тороидальным или нетороидальным, а указание на тороидальный элемент должно обозначать элемент, который может быть элементом кручения и элементом, не работающим на кручение.

Конструктивная система состоит из элементов кручения/тороидальных элементов, соединенных вместе с предотвращением существенного нежелательного перемещения этих элементов друг относительно друга в соединении. По меньшей мере, два таких элемента могут быть соединены в одном соединении. Соединение указанных элементов является средством, благодаря которому нагрузка передается указанным элементам и распределяется между ними.

Используемый в данном описании и в приложенной формуле изобретения термин «соединенные» в дополнение к своему обычному смыслу означает пребывание в «соединении» с элементами кручения/тороидальными элементами, а используемый в описании термин «соединение» в дополнение к своему обычному смыслу означает любую комбинацию компонентов и процессов, которые получаются в результате соединения, по меньшей мере, двух конструктивных элементов, а также включает пространство, в действительности занимаемое такими компонентами, то есть объект, получаемый по завершении указанных процессов, и части конструктивных элементов, соединенных путем контакта с этими компонентами или объектами, при этом оба термина «соединенные» и «соединение» исключают взаимное соединение («взаимное пересечение») конструктивных элементов как средство соединения тороидальных элементов.

Несмотря на то, что конструктивная система из соединенных элементов кручения может применяться для конструкций, в которых не используются тороидальные элементы, а конструктивная система из соединенных тороидальных элементов может применяться для конструкций, в которых не используются элементы кручения, предпочтительным вариантом и луч-

шим способом является комбинация таких систем, то есть конструктивная система из соединенных тороидальных элементов кручения. Таким образом, несмотря на то, что конструктивная система из элементов кручения и конструктивная система из тороидальных элементов каждая работают отдельно (без объединения друг с другом), они соединены замыслом изобретения, относящимся к конструктивной системе из тороидальных элементов кручения, с помощью взаимодополняющих свойств тороидальной формы с восприятием скручивающей нагрузки.

Настоящее изобретение включает способ сооружения с помощью предлагаемой конструктивной системы в ее различных видах, а также способ сооружения тороидальных элементов кручения в процессе копирования и некоторых усовершенствованных конструкций, которые можно получить с помощью таких систем.

В элементах кручения/тороидальных элементах более эффективно используется прочность материалов, и такие элементы обладают способностью перераспределения распределенных на них нагрузок посредством соединений конструктивной системы, частью которой они являются. Такая конструктивная система эффективно распределяет почти всю сжимающую, растягивающую, изгибающую и скручивающую нагрузку между соединенными элементами кручения/тороидальными элементами конструкций. Таким образом, такая конструкция отличается от обычных конструкций, в которых используются элементы, работающие только на сжатие, растяжение или изгиб, например балки, стойки, брусья, платформы, фермы и так далее. Однако если элементы, работающие только на сжатие, растяжение или изгиб, выполнены с использованием настоящего изобретения, имеет место конструктивное преимущество распределения нагрузок.

В предпочтительном варианте выполнения настоящего изобретения используются тороидальные элементы, выполненные с использованием элементов кручения тороидальной формы. В элементах кручения используется прочность материалов на скручивание, и такие элементы обладают способностью воспринимать скручивающие нагрузки, переданные им, посредством соединений конструктивной системы, частью которой они являются. В предпочтительном варианте выполнения, в котором используются тороидальные элементы кручения, почти вся сжимающая, растягивающая и изгибающая нагрузка конструкций преобразуется с использованием этой системы в скручивающую нагрузку элементов кручения, из которых эти конструкции состоят. Использование тороидальных элементов кручения способствует созданию конструкции из тороидов, которые являются самонесущими.

Настоящее изобретение предполагает, что элементы кручения/тороидальные элементы могут быть выполнены из других элементов кручения/тороидальных элементов, так что сооруженный таким образом данный элемент кручения/тороидальный элемент работает с восприятием нагрузок путем восприятия конструктивных нагрузок своими составными субконструкциями. Такие субконструкции могут быть выполнены в виде конструктивных элементов кручения/тороидальных элементов, обычных или любых других, которые являются частью комбинации конструктивных элементов и масштаба которых аналогичен данному тороидальному элементу, или конструктивных элементов, масштаб которых существенно меньше данного элемента кручения/тороидального элемента и которые существенно увеличивают несущую способность указанного данного элемента. В последнем случае конструкция данного элемента кручения/тороидального элемента может быть копией небольшой субконструкции из таких элементов, которые, в свою очередь, могут быть копиями еще меньших субконструкций из таких элементов. Такой процесс конструктивного копирования может продолжаться до микроскопического, даже молекулярного уровня малости.

Предлагаемая система также включает конструкцию из обычных элементов, в которой используются элементы кручения/тороидальные элементы, которые в конструкциях могут использоваться в комбинации с другими элементами кручения/тороидальными конструкциями. Кроме того, одно из свойств предлагаемой системы заключается в том, что такие обычные элементы, как балки, брусья, платформы, фермы и так далее, выполненные с использованием элементов кручения/тороидальных элементов, могут быть спроектированы с арочными выгибами и преднапряжением. Хотя такие конструкции могут иметь сходство с обычными фермами, структурная целостность и прочность элементов кручения в конечном итоге зависят от элементов кручения/тороидальных элементов, которые могут воспринимать скручивающие нагрузки, но существенно не зависят (в отношении исходной несущей способности) или не обязательно зависят от таких элементов, как линейные пояса и распорки, воспринимающие нагрузки при сжатии, растяжении или изгибе.

Элементы кручения/тороидальные элементы могут быть выполнены фактически из любого материала, соответствующего нагрузкам, которые будут воздействовать на конструкцию, и окружающей среде, в которой эта конструкция будет применяться.

Основным принципом предлагаемой конструктивной системы является то, что элементы кручения воспринимают наибольшую часть нагрузки, прикладываемой к конструкциям, частью которых эти элементы являются, в виде

скручивающей нагрузки, за исключением местных усилий, возникающих в соединениях этих элементов, и равномерно распределяют такую нагрузку между соединенными элементами кручения, из которых эти конструкции в конечном счете сооружены.

В настоящем изобретении предполагается, что конструкции, сооруженные из соединенных элементов кручения/тороидальных элементов, могут быть встроены в другие конструкции совместно с обычными конструктивными элементами для восприятия такими работающими на кручение/тороидальными конструкциями сжимающей, растягивающей или изгибающей нагрузки.

Практически элементы кручения могут иметь любую форму, обеспечивающую возможность их соединения, и тем самым работать при скручивающей нагрузке. Однако в предпочтительном варианте выполнения настоящего изобретения используются элементы кручения, имеющие тороидальную форму. Такие тороидальные элементы кручения могут использоваться для создания различных новых конструктивных форм как для стационарных, так и для подвижных конструкций. Тороидальная форма упрощает копирование сооружаемых тороидальных элементов кручения для создания таких элементов все большего и большего размера, которые могут соответствовать размерам конечной конструкции.

Большое разнообразие конструкций, которые стали осуществимыми благодаря началу процесса копирования с элементов кручения/тороидальных элементов, по размеру близких к наноконструкциям или большего размера, позволяет их считать материалом, который может применяться в обычных конструкциях, таких как платформы, плиты, оболочки и обшивки произвольной кривизны.

Элементы кручения/тороидальные элементы могут использоваться для создания новых конструктивных форм как для стационарных, так и для подвижных конструкций. Тороидальная форма обеспечивает возможность копирования тороидальных элементов для создания таких элементов все большего и большего размера, которые могут соответствовать размерам определенной конструкции. Большое разнообразие конструкций, которые стали осуществимыми благодаря началу процесса копирования с тороидальных элементов, по размеру близких к наноконструкциям или большего размера, позволяет их считать материалом, который может применяться в обычных конструкциях, таких как платформы, плиты, оболочки и обшивки произвольной кривизны.

Для возведения конструктивных каркасов с использованием настоящего изобретения необходимо только соединение элементов кручения/тороидальных элементов, и при этом могут использоваться соединительные элементы, ко-

торые предварительно учтены в конструкции этих элементов и даже встроены в нее.

Элементы кручения/тороидальные элементы могут быть соединены любыми средствами, которые предотвращают нежелательное перемещение в соединении. Такие средства могут относиться к любому типу соединения, например это может быть сварка, склеивание, сплавление или применение таких крепежных деталей как штифты, болты и зажимы. Однако предпочтительным средством соединения является соединение с использованием так называемого «соединительного приспособления». Термин «соединительное приспособление» ниже в описании обозначает устройство, которое соединяет, по меньшей мере, два элемента кручения путем удержания их в нужном положении друг относительно друга с обеспечением предотвращения нежелательного перемещения этих элементов друг относительно друга в этом приспособлении после их размещения в нужном положении. Само соединительное приспособление может быть выполнено из элементов кручения/тороидальных элементов, или может быть выполнено в виде сплошного тела или иметь какую-либо иную конструкцию. Термин «соединительное приспособление» также относится к устройству, соединяющему элемент кручения/тороидальный элемент с обычным конструктивным элементом путем удержания обоих этих элементов в нужном положении с обеспечением предотвращения нежелательного перемещения этих элементов друг относительно друга в этом соединительном приспособлении. Несмотря на то, что назначение соединительных приспособлений состоит в удержании элементов кручения/тороидальных элементов на месте друг относительно друга, возможно перемещение этих элементов вне соединения, связанное с конструктивной нагрузкой элементов, включая вращение элементов друг относительно друга вокруг оси, задаваемой захватом внутри соединительного приспособления, и их скольжение через этот захват. Такое перемещение является ожидаемым и целесообразным для распределения напряжения между элементами данной работающей на кручение/тороидальной конструкции.

Назначение соединительных приспособлений, состоящее в удержании конструктивных элементов на месте, может быть объединено с предварительным регулированием местоположения и с приведением в действие такого регулирования. В связи с этим положение элементов кручения/тороидальных элементов, соединенных соединительным приспособлением друг относительно друга, может изменяться или регулироваться, и затем эти элементы могут удерживаться в нужном положении. В соответствии с этим соединительное приспособление должно быть выполнено с возможностью такого регулирования и даже с возможностью осуще-

ствления такого регулирования, а также может быть выполнено с возможностью приведения в действие этого регулирования с помощью некоторой движущей силы. Такое приведение в действие может осуществлять динамическое распределение нагрузки между конструктивными элементами, которые находятся под воздействием этой нагрузки, или осуществлять динамическое изменение формы или обе этих функций. Это может быть достигнуто путем выполнения, по меньшей мере, одного соединения в конструкции регулируемым, с применением приведения в действие или без такового. Кроме того, такое силовое приведение в действие регулируемого выполненного соединения может регулироваться с помощью компьютера для точного задания изменений формы и необходимых конструктивных воздействий. Следовательно, назначение такого соединительного приспособления заключается в регулировании выполненных соединений, с применением такого регулируемого приведения в действие или без такового, с обеспечением возможности перемещения элемента кручения/тороидального элемента в соединении относительно других соединенных с ним конструктивных элементов и последующего прочного удержания этим соединением на месте, в котором он оказался в результате такого перемещения, с обеспечением предотвращения существенного перемещения указанного элемента в этом соединении относительно любого другого конструктивного элемента в этом соединении за исключением нового преднамеренного перемещения самим соединительным приспособлением.

Для описания конструктивных деталей предлагаемой системы и функционирования ее элементов, а также для описания способа сооружения конструкций с использованием этой системы приведены ссылки на сопровождающие чертежи.

Фиг. 1-4 изображают вариант выполнения, иллюстрирующий основные принципы работы на кручение предлагаемой конструктивной системы. На фиг. 1-4 два элемента 3, 4 кручения соединены двумя соединительными приспособлениями 1, 6 с образованием конструктивного модуля, работающего на кручение. Элементы 3, 4 для иллюстрации их принципа действия показаны в виде незамкнутых прямоугольников, имеющих круглое поперечное сечение, в то время как возможно наличие у этих элементов любой формы и любого поперечного сечения и их использование с соединительными приспособлениями, имеющими совместимые отверстия. Показанные на чертежах приспособления 1, 6 имеют цилиндрические отверстия, при этом приспособление 6 имеет подшипники 7, обеспечивающие возможность свободного вращательного перемещения элементов кручения внутри этого приспособления, а приспособление 1 имеет шлицевые захваты 2 для взаимодействия со

шлицевыми концами 5 элементов 3, 4. Назначением концов 5, находящихся во взаимодействии с соответствующими захватами 2, является прочное удержание элемента кручения относительно приспособления 1 с предотвращением перемещения этого элемента в соединительном приспособлении. Назначением приспособлений 6, имеющих подшипники, является удержание плеч элементов 3, 4 в выровненном состоянии под действием сил. Таким образом, когда на элемент 3 действует сила, стремящаяся повернуть его плечо вокруг своей оси относительно приспособления 1, с которой этот элемент соединен, эта сила в месте фиксации положения приспособления 1 вызывает скручивающую нагрузку на это плечо. В месте, где положение приспособления 1 не зафиксировано, такая попытка изменить ориентацию элемента 3 также вызовет поворот приспособления 1 с элементом 3 относительно работающего на кручение плеча другого элемента 4, который также соединен с приспособлением 1. Эта попытка повернуть приспособление 1, захват 2 которого находится во взаимодействии со шлицами 5 элемента 4, вызовет скручивающую нагрузку на плечо другого элемента 4 в месте фиксации положения элемента 4. Таким образом, любое изменение положения одного элемента 3, соединенного с другим элементом 4 присоединенным приспособлением 1, вызовет передачу скручивающей нагрузки с одного элемента 3 другому 4. Роль приспособления 6 заключается в поддержании расположения плеч элементов 3 и 4 в выровненном состоянии.

Другой вариант выполнения, иллюстрирующий основной принцип изобретения, показан на фиг. 5-8. В этом варианте ориентация элементов кручения является противоположной, но при этом передача крутящей нагрузки осуществляется посредством соединительных приспособлений 21, 26, аналогичных соединительным приспособлениям, показанным на фиг. 1-4, но с добавлением промежуточного элемента 28 кручения, в этом случае цилиндрического стержня. И в этом варианте шлицы 25 предназначены для взаимодействия со шлицевыми захватами 22 приспособлений 21 с фиксацией таким образом их поворота вместе с поворотом элементов 23, 24, а приспособления 26, имеющие подшипники 27, предназначены для ограничения перемещения плеч элементов 23, 24 и промежуточного элемента 28 в пределах поворота в выровненном положении друг с другом. В этом варианте на промежуточный элемент 28 действует противоположный крутящий момент благодаря его соединению своими противоположными концами с приспособлениями 21, передающими нагрузку на элементы 23 и 24. Передача нагрузки промежуточному элементу 28 происходит так же, как и передача нагрузки между элементами 3 и 4 в модуле, показанном на фиг. 1-4. Следовательно, нагрузка, переда-

ваемая промежуточному элементу 28 одним элементом 23, является противоположной скручивающей нагрузке, передаваемой от другого элемента 24. Таким образом, промежуточный элемент 28 обеспечивает конструктивному модулю дополнительную несущую способность при воздействии скручивающей нагрузки.

Хотя на фиг. 5-8 показано средство соединения элементов 23 и 24 с помощью одного промежуточного элемента 28, это соединение, как показано на этих фиг. 5-8, может быть выполнено с использованием нескольких промежуточных элементов кручения и соответствующих комбинаций соединительных приспособлений при их различном взаимном расположении.

В обоих описанных выше вариантах скручивающая нагрузка равномерно распределяется между соединенными элементами кручения благодаря их действию друг на друга в соответствии с третьим законом Ньютона, который частично может быть сформулирован следующим образом: «Любому действию всегда соответствует равное и противоположно направленное противодействие».

Соединительные приспособления со шлицевыми захватами и соответствующие шлицевые концы элементов кручения, показанные на фиг. 1-4 и 5-8, не являются единственно возможными средствами, предназначенными для обеспечения неподвижных соединений между этими элементами и приспособлениями. В действительности предполагается, что все средства крепления соединительного приспособления к элементу кручения, такие как сварка, склеивание, сплавление, крепление на штифтах и по резьбе, зажатие и сопряжение соединительного приспособления с элементом кручения, имеющим любое некруглое поперечное сечение, являются пригодными для передачи скручивающей нагрузки соединительным приспособлением, соединяющим такие элементы.

Модули, показанные на фиг. 1-4 и 5-8, могут быть подобным образом соединены между собой с образованием линейных структур, при этом показанные на чертежах различные модули могут быть соединены с образованием структур, которые могут иметь любую форму, а также могут быть замкнутыми, круговыми или асимметричными и неправильной формы.

Замкнутые структуры соединенных модулей, работающих на кручение, не имеют концов для передачи нагрузки, как в линейных структурах. Таким образом, любая скручивающая нагрузка, прикладываемая к элементу кручения в замкнутой структуре, передается всем элементам кручения структуры и распределяется между ними.

Как указано выше, элементы кручения практически могут иметь любую форму при условии, что они могут быть соединены способом, аналогичным способу, проиллюстрированному на фиг. 1-4 и 5-8, обеспечивая тем самым

возможность восприятия и передачи скручивающей нагрузки. Пример другой формы элемента кручения показан на фиг. 9 и 10, в то время как соединены они различными способами, проиллюстрированными на фиг. 5-8.

Элементы кручения могут быть соединены под углом с созданием угловых работающих на кручение модулей и конструкций и с образованием из них линейных структур, как показано на фиг. 13. Этот тип конфигурации имеет те же характеристики передачи скручивающей нагрузки, что и конструкции, представленные и описанные выше. Практически для любых типов элементов кручения применимы угловые соединения, как показано на примерах, представленных на фиг. 11 и 12. Кроме того, для угловых соединений элементов кручения применимы соединения любого типа.

Элементы кручения, соединенные под углом, также могут быть соединены в замкнутые структуры, как показано на фиг. 14. Угловое соединение между этими элементами позволяет включать в структуру большее их количество в пределах одной длины, обеспечивая тем самым большую способность структуры воспринимать напряжения при скручивании. Несмотря на то, что на чертежах показаны только круговые структуры, возможны замкнутые структуры любой формы, которые имеют такие же характеристики распределения скручивающей нагрузки, что и круговые структуры. Симметричность структуры и способ ее нагружения определяют равномерность распределения напряжений при скручивании независимо от того, замкнута она или нет. Кроме того, как можно видеть на фиг. 14, замкнутая симметричная структура элементов кручения образует тороид, то есть форму предпочтительных вариантов выполнения изобретения.

Как показано на фиг. 15-18, возможны также конструктивные модули из элементов кручения, соединенные одним соединительным приспособлением, и выполненные из них структуры, где указанные элементы выполнены тороидальными. Плавно изогнутые элементы кручения воспринимают напряжение при скручивании переменного вдоль длины тороидального трубчатого канала. Крутящий момент, прикладываемый к любой точке такого элемента вдоль длины его трубчатого канала и стремящийся скрутить тело этого элемента, передается вдоль указанного тела в соответствии с конструкцией элемента кручения, способностью материала воспринимать напряжение при скручивании и кривизной этого элемента. Однако нагрузка, прикладываемая к одному изогнутому элементу кручения, неподвижно соединенному с другим изогнутым элементом кручения одним соединительным приспособлением, как показано на фиг. 15-18, передается указанному другому элементу так же, как в соединенных элементах кручения, показанных на фиг. 1-4.

Как и все другие элементы кручения, тороидальные элементы могут быть соединены в замкнутые структуры, как показано на фиг. 19, которые могут образовывать каркасную конструкцию из тороидальных элементов большего размера, имеющих прочность на скручивание. Действительно в этом изобретении предполагается, что самоподобие тороидальных элементов кручения, выполненных из тороидальных элементов кручения меньшего размера, может быть усилено для точного контроля всех конструктивных характеристик таких тороидальных элементов.

На фиг. 19 все соединения между элементами кручения/тороидальными элементами показаны как «внешние» соединения, то есть соединения, полученные с помощью «внешних» соединительных приспособлений, приложенных к наружным поверхностям указанных элементов. Далее такие соединения называются «внешними» в противоположность «внутренним» соединениям, которые включают все средства соединения элементов кручения/тороидальных элементов без использования соединительных приспособлений или других промежуточных устройств. На фиг. 20-23 в различных видах показаны элементы кручения/тороидальные элементы, соединенные в комбинацию таких элементов, имеющую внутренние соединения.

Из чертежей, приложенных к описанию, понятно, что все показанные близко расположенные элементы кручения/тороидальные элементы соединены в зоне их максимальной близости с помощью внутренних соединений, если не указано иначе, например соединениями с помощью соединительных приспособлений. Кроме того, благодаря самому описанию отсутствие внешнего соединительного приспособления в точке максимальной близости двух указанных элементов не означает, что такие элементы не могут быть соединены соединительными приспособлениями, если не указано иначе. Таким образом, все соединения, показанные на чертежах, могут быть внутренними или внешними в зависимости от требований применения, даже если это не указано на особом чертеже. Это условие используется в примерах замкнутых структур, показанных на фиг. 24 и 25, где конструктивные модули, показанные на фиг. 20-23, образуют каркасную конструкцию из тороидальных элементов кручения.

В соответствии с принятым здесь условием круговая структура, показанная на фиг. 24 и 25, состоит из тороидальных элементов кручения, соединенных изнутри. Однако изучение внутреннего соединения, показанного в различных видах на фиг. 26-33, между двумя тороидами, выполненными так, как показано на фиг. 24 и 25, показывает, что внутренние соединения между тороидальными элементами могут быть получены благодаря использованию внешних соединений между составляющими их торои-

дальными элементами. Эти внутренние соединения можно было бы выполнить с помощью внутренних соединений между элементами кручения, из которых сооружены составные тороидальные элементы, а не путем соединения составных тороидальных элементов тороида. В таких внутренних соединениях могут быть промежуточные звенья в виде дополнительных элементов кручения или других. Более того, этот процесс может непрерывно повторяться при самоподобии или во все меньшем и меньшем масштабе, вплоть до основного элемента кручения/тороидального элемента, который может быть сам по себе конструкцией, но не обязательно образованной из круговой структуры.

Структуры соединенных под углом элементов кручения/тороидальных элементов, которые сами образуют тороиды, могут быть эллиптическими, как показано на фиг. 35 и 36, или любой иной формы и могут иметь различные характеристики направленности, такие например, в которых поперечный изгиб полученного в результате элемента кручения/тороидального элемента преобразуется в скручивающую нагрузку на его составляющие тороидальные элементы кручения. При необходимости такие разнообразные конструкции из элементов кручения/тороидальных элементов можно комбинировать для удовлетворения внешних конструктивных требований с помощью трубчатого концентрического соединения между такими элементами, как показано на фиг. 34.

Конструкции из линейных структур соединенных элементов кручения/тороидальных элементов могут также использоваться для создания конструктивных элементов, таких как стержни, трубы, столбы или стойки, примеры которых показаны на фиг. 42 и 43. Эти конструкции могут также иметь характеристики направленности, аналогичные таким характеристикам круговых структур, описанных выше, и могут быть включены в сложную трубчатую концентрическую конструкцию, как показано на фиг. 44.

Основные элементы кручения/тороидальные элементы могут быть изготовлены из материалов, которые могут рассматриваться как твердые материалы, например металл, полимеры, пеноматериал, дерево, или трубы из таких материалов. Такие основные элементы могут быть также отформованы в виде элементов кручения, соединенных в модули, частично или полностью, в виде каркасной конструкции из элемента кручения/тороидального элемента. Изготовление таких основных элементов может быть основано на любом обычном способе производства, таком как навивка, экструзия, литье под давлением, наслаивание смол и ткани и набор из волокон.

Элементы кручения/тороидальные элементы могут быть также сконструированы из других элементов кручения/тороидальных элемен-

тов без применения соединенных структур, как например во взаимосвязанных устройствах, показанных на фиг. 38-41 и образованных в виде плетеного жгута из шести тороидов вокруг центрального осевого тороида, причем все тороиды имеют одинаковые размеры. Принципиальная характеристика этого типа элемента кручения/тороидального элемента заключается в том, что этот как бы плетеный жгут из тороидов свободно вращается вокруг своей круговой оси, встречая препятствие лишь со стороны внутреннего трения тороидов в жгуте и фрикционных сил между ними.

Существует возможность создания элемента кручения/тороидального элемента, трубчатый канал которого ограничен замкнутой спиралью, как показано на фиг. 37. Принципиальная характеристика этого типа тороидального элемента заключается в том, что спиральная труба свободно вращается вокруг своей оси, которая представляет собой изогнутую линию внутри этой трубы в ее центре, причем этому вращению препятствует только внутреннее трение. Такая тороидальная трубчатая спираль может передавать крутящий момент вокруг оси трубы любой точке вокруг трубы и распределять тем самым напряжение скручивания по трубчатой спирали. Такая тороидальная трубчатая спираль может быть упрочнена элементами кручения/тороидальными элементами, присоединенными к периферии трубы, как показано на фиг. 37, с обеспечением регулирования вращения спирали вокруг ее оси, относящейся к ее трубчатой конструкции, посредством периферийных элементов кручения/тороидальных элементов. Сама спираль может представлять собой структуру соединенных элементов кручения/тороидальных элементов.

Возможна практически любая форма элемента кручения/тороидального элемента, как показано на фиг. 45, и он может быть сконструирован из структур любой соответствующей формы, включающих элементы кручения/тороидальные элементы или выполненных в виде основных элементов кручения/тороидальных элементов.

В качестве примеров комбинации и ориентации, с которыми могут быть выполнены конструктивные модули из элементов кручения/тороидальных элементов с использованием соединительных приспособлений, представлены образцы, показанные на фиг. 46-49. Примеры соединительных приспособлений, которые могут использоваться для создания таких комбинаций и ориентаций, показаны на фиг. 50-52 для соединений двух элементов, показанных на фиг. 1-4 и 5-8, и на фиг. 53-56 для типов соединений, показанных на фиг. 46-49.

Соединительные приспособления со шлицевыми захватами и соответствующие шлицевые буртики элементов кручения/тороидальных элементов предназначены, среди различных

других средств, для получения неподвижных соединений между элементами кручения/тороидальными элементами и соединительными приспособлениями для передачи скручивающей нагрузки. Примерами указанных других средств являются сварка, склеивание, сплавление, применение таких крепежных деталей как штифты, болты и зажимы, и сопряжение соединительного приспособления с элементом кручения/тороидальным элементом некруглого поперечного сечения.

Соединительные приспособления могут быть также выполнены с различными механическими устройствами для комбинированного предотвращения перемещения удерживаемого элемента кручения/тороидального элемента. Некоторые примеры таких соединительных приспособлений показаны на фиг. 50-52, а именно соединительное приспособление в виде разрезного блока, в котором части 61 и 63 блока соединены с образованием шлицевых захватов 62. Способ, которым соединительное приспособление осуществляет соединение, состоит в замыкании частей 61, 63 вокруг шлицевых буртиков соединяемых элементов кручения/тороидальных элементов, и обвязывание этого блока обжимной лентой 65, натягиваемой в канавке 64 для ленты натяжным устройством 66, например храповым роликом, на который эта лента намотана.

Соединительное приспособление, показанное на фиг. 53-56, является соединительным приспособлением с разомкнутыми концами, в котором каждый концевой колпачок 83 и 87 и основная часть соединительного приспособления 81 соединены шлицевыми захватами 82 и которое также относится к типу соединения, показанному на фиг. 46. Способ, которым соединительное приспособление осуществляет соединение, заключается в замыкании колпачков 83 и 87 вокруг шлицевых буртиков соединяемых элементов кручения, и обвязывание этих колпачков с указанной основной частью с помощью обжимных лент 85, закрепляемых на этой части запорными штифтами 88 и натягиваемых в канавках 84 для ленты натяжными устройствами 86.

Элементы кручения/тороидальные элементы, обозначенные на фиг. 57 и 58 номерами 102 и 104 позиции и имеющие шлицевые буртики 101 и 103, выполнены с обеспечением соединения соединительными приспособлениями, имеющими шлицевые захваты. Шлицевые буртики могут быть выполнены за одно целое с указанными элементами или могут быть прикреплены средствами связывания этих буртиков с указанными элементами или их компонентами посредством механического соединения внутри шлицевого буртика или путем крепления или присоединения к этому буртику. Если конструктивный элемент не имеет прикрепленного к нему шлицевого буртика, возможны другие типы

соединения, например с помощью соединительных приспособлений с фасонными захватами, или путем внутреннего соединения с элементами кручения/тороидальными элементами, образующими такие конструктивные элементы.

Соединительное приспособление в виде разрезного блока с фасонными захватами, в котором используется конструкционный пеноматериал, отверждающийся с постоянной формой после обжатия вокруг элемента кручения/тороидального элемента, или упругий эластичный элемент, охватывающий указанный выше элемент, аналогично приспособлению, показанному на фиг. 50-52, где фасонные захваты занимают место шлицевых захватов. Затем части блока соединительного приспособления закрепляют на месте или обжимными лентами, как в соединительном приспособлении в виде разрезного блока, показанном на фиг. 50-52, или другими средствами скрепления блока вместе, например винтами или болтами.

Создание конструкций с использованием такой системы может начинаться с конструкций, которые могут быть названы «конструктивными модулями». Одной основной формой конструктивного модуля является соединенная треугольная структура из элементов кручения/тороидальных элементов, показанная на фиг. 59 и 60. Один тип соединенной линейной структуры треугольного конструктивного модуля, образующей стержневую или балочную конструкцию или конструкцию в виде стойки, показан на фиг. 61-63. Соединенные структуры таких модулей могут образовывать конструкции в виде плиты или настила. Другим основным конструктивным модулем является соединенная кубическая структура из элементов кручения/тороидальных элементов, показанная на фиг. 64 и 65, и соединенная линейная структура, показанная на фиг. 66 и 67 и образующая стержневую или балочную конструкцию или конструкцию в виде стойки. Соединенные структуры таких конструкций могут образовывать конструкции в виде плиты, настила или балки, как показано на фиг. 68. Возможно большое количество разнообразных конструктивных модулей такого типа.

На фиг. 69 показан пример более сложных конструкций, таких как арки или оребрение, образованных при соединении показанных конструктивных модулей в структуры. Замкнутая круговая структура, показанная на фиг. 70, также может быть элементом кручения/тороидальным элементом другого типа.

Возможно также образование конструкций из многоугольных элементов кручения/тороидальных элементов. Предпочтительным использованием конструкций такого типа является корпус для сложного тороидального элемента кручения, имеющего внутренние оси для поглощения напряжения при кручении, как показано на фиг. 71-73, при этом в одном варианте

показанных элементов напряжение при кручении поглощается несколькими внутренними осями 112. Оси 112 являются точечными зонами соединения с другими конструктивными элементами, где они не охватываются многоугольным тороидальным корпусом 111 тороидального элемента кручения. Оси 112 вращаются на подшипниках 114, удерживаемых держателями 113 подшипников, прочно прикрепленными к корпусу 111. Крутящий момент, прикладываемый для поворота оси 112 в точке ее соединения, вызывает в ней напряжение, если поворот этой оси некоторым образом ограничен. В показанном на чертежах многоугольном тороидальном элементе кручения ось 112, к которой прикладывается крутящий момент, обоими концами присоединена к другим осям 112 с помощью универсального шарнира 115, передающего крутящий момент этим другим осям 112. Если вращательное перемещение какой-либо из осей 112 ограничено, крутящий момент, прикладываемый к оси 112, вызовет в ней напряжение при кручении, а нагрузка будет передаваться смежным осям 112 посредством соединяющего их универсального шарнира 115. Ограничение перемещения оси 112 может быть обеспечено поворотным блоком 116, который является средством крепления конца оси 112 к корпусу 111 или иного противодействия вращению, так что конец оси 112 не может свободно вращаться. Такой поворотный блок 116 может быть присоединен к концам оси 112, к которой может быть приложен крутящий момент в том месте, где она открыта для присоединения к другим конструктивным элементам. В отсутствие поворотных блоков оси вращаются свободно. Если такие свободно вращающиеся оси затем присоединить универсальными шарнирами вокруг сторон этого элемента, крутящий момент будет передаваться от зоны его приложения к другим зонам соединения. Таким образом, вращение, вызванное с одной стороны элемента, передается другой его стороне без существенного ограничения в пределах элемента. Однако если перемещение осей с одной стороны элемента ограничено, как например путем присоединения к другому конструктивному элементу кручения, появляется скручивающая нагрузка, которая будет передаваться в равной степени вдоль соединенных осей, и в них возникнет напряжение при кручении.

Как и другие элементы кручения/тороидальные элементы, многоугольные элементы кручения/тороидальные элементы могут быть соединены в структуру с образованием конструктивного модуля, как показано на фиг. 74-77. Используемые соединительные приспособления могут относиться к приспособлениям типа разрезных блоков, показанным на фиг. 50-52. Для многоугольных элементов кручения/тороидальных элементов, также как и для других элементов кручения/тороидальных элементов,

возможны многообразные вариации по форме и комбинации. Многоугольные элементы кручения/тороидальные элементы могут охватывать от пятиугольника до девятиугольника, при этом число их сторон ограничено только их применением. Многоугольные элементы кручения/тороидальные элементы могут быть скомбинированы с другими элементами кручения/тороидальными элементами с образованием сложных элементов кручения/тороидальных элементов, конструктивные свойства которых могут быть заданы в соответствии с любыми конструктивными применениями.

В дополнение к указанным соединениям между элементами кручения/тороидальными элементами, в которых указанные элементы остаются снаружи периферийного трубчатого канала других элементов, показанных на фиг. 34, соединения между такими элементами, где один элемент находится внутри пространства, окруженного трубчатым каналом другого элемента, являются пригодным конструктивным альтернативным вариантом комбинации путем сооружения элементов кручения/тороидальных элементов, в которых трубчатые каналы являются соосными. Такой вариант показан на фиг. 78 и 79, где указанные элементы являются соосными, и на фиг. 80 и 81, где оси этих элементов расположены под углом друг к другу.

Некоторые основные конструктивные формы, которые трудно получить без существенных конструктивных недостатков с использованием обычных конструктивных систем, являются естественными с использованием настоящего изобретения и при отсутствии конструктивных недостатков. Среди таких конструкций можно назвать сферические каркасные конструкции, как например показана на фиг. 84, и башенные каркасные конструкции, как показана, например на фиг. 86. Другие примеры конструкций, для которых одинаково пригодными являются элементы кручения/тороидальные элементы, показаны на фиг. 82, 84, 85, 83, 87 и 88. Все показанные конструктивные формы полезны также в комбинациях друг с другом, например для усиления прочности, для эстетической привлекательности, а также при проектировании сложных конструкций.

Основной для некоторых из этих конструктивных форм является конструкция, в которой горизонтальная поддержка друг друга элементов кручения/тороидальных элементов при сжатии возникает при приложении направленной вертикально вниз нагрузки на такие элементы. Конструкция, которая может быть описана как горизонтальная арка, образована несколькими элементами кручения/тороидальными элементами, соединенными своими сторонами по дуге или в форме дуги кривой в горизонтальной плоскости, при этом смежные элементы наклонены вместе к центру кривизны дуги, как показано на фиг. 99. Положения нижней части

таких элементов зафиксировано у их основания вдоль горизонтальной дуги, описывающей всю форму горизонтальной арки. Эти положения заданы расположением каждого такого элемента, так что стороны этих элементов находятся в контакте, непосредственно или не непосредственно в соединении, над периметром указанной дуги горизонтальной арки в его пределах. Элементы кручения/тороидальные элементы горизонтальной арки таким образом сжимаются вместе в горизонтальном направлении при приложении направленной вертикально вниз нагрузки вблизи верхней части каждого элемента сжатия.

Горизонтальная арка может применяться в виде части последовательных вертикальных слоистых конструкций, таких как, например показаны на фиг. 100 и 101, в которых каждый слой воздействует на расположенный ниже слой с вертикальной направленной вниз нагрузкой, как например в башнях и многоэтажных зданиях. Вертикальная нагрузка слоев «горизонтальной арки» сжимает вместе элементы кручения/тороидальные элементы в каждом слое в горизонтальном направлении и придает конструкции свойство сцепления, увеличивая таким образом несущую способность в отношении вертикальной нагрузки.

Что касается сферических каркасных конструкций, пример которых показан на фиг. 84, возможна другая полезная конструктивная форма, в которой присутствует копирование части, как показано на фиг. 85, и последующее ее присоединение с соответствующим масштабированием к элементу кручения/тороидальному элементу с образованием сферической поверхности, показанной на фиг. 84. Копирование сферической части, показанной на фиг. 85, выполняют один раз (141) и затем еще раз в меньшем масштабе (142). Такое применение сферической части, показанной на фиг. 85, может быть выполнено с повтором для всех элементов кручения/тороидальных элементов, которые образуют сферу, и еще снова и снова для всех элементов кручения/тороидальных элементов, образующих последовательные копии, до тех пор, пока не будет достигнут практический предел, за которым указанный процесс не будет иметь конструктивной эффективности. Такая повторяемая сферическая каркасная конструкция может применяться как сосуд высокого давления, устойчивый к направленным внутрь взрывам, в которых внутреннее давление может поддерживаться на более низком уровне, чем давление снаружи сосуда.

Элементы кручения/тороидальные элементы могут также применяться для создания динамических конструкций, в которых составные элементы выполнены с возможностью перемещения не только благодаря прогибам в результате нагрузки, а благодаря своей конструкции, а также эффективно управлению конструктивными напряжениями. Форма элементов круче-

ния/тороидальных элементов может динамически изменяться с обеспечением изменения формы, размера и объема образуемой ими конструкции.

В целом принято, что такие конструкции, как здания, мосты, даже автомобили, морские суда, самолеты и космические летательные аппараты, являются статическими конструкциями в соответствии с характеристиками их работы. То есть вероятность эксплуатационных качеств таких конструкций является такой, что они реагируют на действующую на них нагрузку соответствующим регулированием напряжений в используемых материалах и средствах, которыми эти материалы соединены с образованием конструкции. Существуют конструкции, в которых присутствуют подвижные части, например крыша, открывающаяся путем ее скольжения, или какое-либо другое отверстие, образуемое путем приведения в действие определенного устройства, вручную или каким-либо другим способом, как например в здании астрономической обсерватории. Предполагается, что настоящее изобретение может применяться для создания динамических конструкций, конструкций, в которых напряжение материалов и их соединений регулируются путем автоматического приведения в действие соединительных приспособлений для элементов кручения/тороидальных элементов, а изменение размера и формы самих конструкций - путем приведения в действие других соединительных приспособлений.

Пример приводимого в действие соединительного приспособления, выполненного с возможностью существенного изменения формы, показан на фиг. 89-91, и в этом приспособлении двигатель 135 вращает установленный в подшипнике 133 шлицевой захват 132 благодаря вращательной энергии, которую он передает приводу 136 через передачу 134. При запуске двигателя 135 захваты 132 приводятся в действие с обеспечением их регулируемого вращения и, следовательно, вращения элемента кручения, удерживаемого в захвате, относительно корпуса 131 соединительного приспособления, а также любого другого элемента кручения/тороидального элемента, удерживаемого в другом захвате 132. Возможность изменения формы структуры из 20 элементов с использованием таких приводимых в действие соединительных приспособлений проиллюстрирована на фиг. 92 и 93. Соединительные приспособления, аналогичные описанным выше и показанные на фиг. 89-91 (но не показанные на фиг. 92 и 93), соединяют элементы кручения/тороидальные элементы в зоне их максимальной близости с обеспечением возможности изменения угловой конструкции из этих элементов с точностью, достаточной для получения точной формы и размера получившейся в результате этого необходимой конструкции. Такое изменение формы или размера

может быть предназначено для его осуществления установленным путем во всех элементах кручения/тороидальных элементах этой конструкции, включая скопированные субконструкции, получившиеся в результате изменения формы или размера всей конструкции. Пример такой процедуры схематично проиллюстрирован на фиг. 94-98, на которых каркас поверхности вытянутого сфероида (фиг. 94) поэтапно трансформируется (фиг. 95-97) в каркас поверхности сфероида (фиг. 98) путем изменения формы составных соединенных эллиптических элементов кручения/тороидальных элементов, составляющих каркас поверхности вытянутой сферы, до более круговых элементов. В результате этой трансформации уменьшается объем, ограниченный каркасной конструкцией. Возможны также другие трансформации, например такие, когда каркас поверхности сферы трансформируется в каркас поверхности сплюсненного сфероида путем изменения формы составных соединенных элементов кручения/тороидальных элементов, составляющих каркас поверхности сферы, до более эллиптических элементов. В результате этой трансформации увеличивается объем, ограниченный каркасной конструкцией. Возможна аналогичная пара трансформаций, в которой, однако, объем формы остается неизменным, полностью противоположные трансформациям, описанным выше.

Этот аспект настоящего изобретения, проиллюстрированный выше применительно к сфероидам, является основным свойством предлагаемой конструктивной системы, и он может быть дополнительно схематично проиллюстрирован путем трансформации плоской структуры соединенных элементов кручения/тороидальных элементов в соединенную структуру таких элементов на поверхности параболоида, которая может быть получена путем расчетного и регулируемого переменного изменения формы составных соединенных элементов кручения/тороидальных элементов, составляющих каркас плоскости, до более эллиптической, с образованием каркасной конструкции параболоида. Такое изменение формы может использоваться для изменения формы или размера любых структур элементов, не только структур, образующих каркасную конструкцию поверхностей, но и структур, образующих каркасную конструкцию сплошных тел.

Настоящее изобретение может также применяться для конструкций колеса с шиной: в виде работающего на кручение/тороидального корпуса колеса, имеющего тороидальную форму без центральной ступицы и являющегося компонентом, который вращается, находясь в непосредственном контакте с расположенной под ним поверхностью или с другими колесами или роликами, в контакте с которой или которыми оно может приводиться в действие или работать, как показано на фиг. 102, и в виде

конструкции шины, включающей круговую структуру тороидальных опорных элементов кручения, соединенных с образованием тороидальной формы, как показано на фиг. 103 и 104.

Конструкция тороидального корпуса колеса является каркасной конструкцией из тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 19, 87 и 88, выполненной самонесущей, и может быть выполнена упругой для приспособления к неровностям поверхностей. В предпочтительной форме этого варианта выполнения изобретения тороидальный корпус колеса не должен быть круговым, а его форма может непрерывно регулироваться внутренними приводными устройствами, например устройствами, показанными на фиг. 89-91, для приспособления к поверхности и к ведущим механизмам. Каркасная конструкция тороидального корпуса колеса может непосредственно использоваться как тороидальный корпус колеса, или может быть заключена в кожух, как показано на фиг. 102. Без кожуха каркасный тороидальный корпус колеса может работать в грязи, песке, снеге или в других сыпучих материалах, образующих лежащую под колесом поверхность.

Конструкция шины может использоваться в виде вставки в шине, как показано на фиг. 105, встроенной непосредственно в конструкцию корпуса шины или каркас, как показано на фиг. 103, или присоединенной к центральной ленте, как показано на фиг. 103, или к ступице, в которую должна вставляться ось с образованием полной конструкции колеса. Целью этого варианта выполнения изобретения является создание непневматической опоры для колеса, выполненной в виде части непневматической шины или части самого колеса, которое может быть снабжено другими пневматическими, жидкостными или механическими средствами, включенными в трубчатый канал предлагаемой тороидальной конструкции. Хотя настоящее изобретение предлагает опорную конструкцию непневматической шины, оно может также использоваться совместно с пневматическими элементами, с элементами, наполненным текучей средой, или с другими амортизационными элементами. Открытая внутренняя часть тороидального трубчатого канала опорной конструкции шины также обеспечивает возможность включения тороидальных конструкций других типов в тороидальный трубчатый канал, как показано на фиг. 34, для обеспечения других применений конструкции колеса и шины.

Способ сооружения любой заданной каркасной конструкции в виде тороидального элемента из других тороидальных элементов, например, тороидов, показанных на фиг. 19, 24 и 25, начинают с определения кривизны компонентов необходимой тороидальной формы, а затем выполняют проектирование тороидальной каркасной конструкции. Например, круговая тороидальная форма в одной плоскости имеет

только один радиус кривизны, а именно радиус указанной формы. Более сложная тороидальная форма, например эллиптический тороид, показанный на фиг. 35 и 36, имеет более одного радиуса кривизны, и количество этих радиусов зависит от количества используемых в конструкции элементов и точности приближения кривизны необходимого эллипса. В таких сложных изогнутых тороидах количество составных элементов и радиусы кривизны взаимосвязаны. На фиг. 106 изображена схема сооружения тороидальной каркасной конструкции с помощью тороидальных элементов 105 меньшего размера, на которой показаны размерные характеристики. Для сооружения заданной круговой тороидальной каркасной конструкции с трубчатым каналом приблизительного круглого поперечного сечения, где RT - радиус тора, Tr - радиус тороидального трубчатого канала, n - количество элементов, $\Phi = 360/n$ - угол дуги, занимаемый одним элементом, и r - радиус тороидального элемента, уравнения между углами и линейными размерами, показанными на фиг. 106, являются следующими: $RO = RT + Tr$; $RI = RT - Tr$; $Ro = RO - r$; $Ri = RI + r$; $\sin(\Theta) = r/Ri$; $\sin(\Psi) = r/RO$; $Li = r/\tan(\Theta)$; $Lo = r/\tan(\Psi)$; $x = Ro * \sin(\Phi - \Psi)$, (знак «*» означает умножение соседних величин); $Ld = Ro * \cos(\Phi - \Psi) - Li$; $\tan(\alpha) = (x-r)/Ld$; $Ej(\text{dia}) = (x-r)/\sin(\alpha)$. Эти уравнения могут быть решены для величин Li , $Ej(\text{dia})$ и α для заданных RT , Tr , n и r , и вместе этого достаточно для проектирования круговой тороидальной каркасной конструкции. Этот набор уравнений может быть решен численно с помощью стандартных математических способов, и ниже он называется алгоритмом проектирования каркасной конструкции из тороидальных элементов. Тороидальная каркасная конструкция, имеющая множество радиусов кривизны и расположенная более чем в одной плоскости, может быть спроектирована путем решения уравнений для каждой круговой каркасной конструкции, к которой приближен каждый сегмент тороидальной каркасной конструкции. Тороидальная каркасная конструкция может быть затем выполнена путем подготовки шаблона/лекала для размещения элементов, образующих указанную каркасную конструкцию, с использованием проекта, созданного благодаря применению алгоритма проектирования каркасной конструкции из тороидальных элементов, размещению составных тороидальных элементов в указанном шаблоне/лекале и соединению расположенных таким образом элементов. Например, простой (простое) шаблон/лекало для тороидальной каркасной конструкции, расположенной в одной плоскости, может быть выполнен (выполнено) путем заделывания ряда стержней 152 в плоскую поверхность, на которой был нанесен чертеж, как показано на схеме на фиг. 106, при этом положения стержней очерчивают положения составных элементов

151. Затем составные элементы могут быть помещены между этими стержнями в отмеченных таким образом положениях и соединены. Положение составных элементов может быть также отмечено треугольными или прямоугольными блоками или упорами или зажимами другого типа, или другими средствами позиционирования, которые сохраняют или задают углы между составными элементами в соответствии с проектом сооружения тороидальной каркасной конструкции. Эти средства позиционирования также включают углубления, образованные на проектной поверхности, в которых затем размещают составные элементы. Средства позиционирования могут быть также выполнены регулируемые с обеспечением приспособления к проектам сооружения тороидальных каркасных конструкций различных размеров, имеющих различные составные элементы. Соединения затем могут быть выполнены вручную или с использованием робототехники, с помощью шаблона/лекала, содержащего тороидальные компоненты, неподвижные или подвижные, поворотные или какие-либо другие.

Возможно также применение шаблона/лекала для неплоских поверхностей, выполненных на основе аналогичных принципов их сооружения, описанных выше, за исключением того, что необходимо учитывать кривизну в дополнительных измерениях при установке стержней под нужными углами к плоскостям касания с неплоскими поверхностями для соответствующего расположения тороидальных элементов, которые нужно соединить.

Последовательность сооружения купола из тороидальных элементов проиллюстрирована на примере купола с чередующимися слоями тороидальных элементов на фиг. 99-101. Способ сооружения такого купола начинается с определения формы его основания. Основание может быть круглым или иметь более сложную форму, кривизна которой может быть аппроксимирована по сегментам из компонентов различной кривизны. Фиг. 107 и 108 изображают схемы для сооружения купольной каркасной конструкции из тороидальных элементов 163, которые представляют присущие им размерные характеристики. Вертикальные плоскости 161 и 162 на схеме показаны только для иллюстрации соотношения между размерами купольной каркасной конструкции и тороидальными элементами 163, из которых она сооружена. Для сооружения данной сферической купольной каркасной конструкции, где n - количество тороидальных элементов основания, S - радиус сферы, $f=360/n$ - угол, занимаемый элементом по горизонтали, t - наклон основания, e - угол, занимаемый элементом по вертикали, p - угол соединения элементов, а соотношения между углами и линейными размерами, показанными на фиг. 107 и 108, являются следующими: радиус элемента $R = S * \sin(e/2)$, радиус верхнего основания $U_r = \cos(t +$

$e)$, высота верхнего основания $U_h = S * \sin(t + e)$, радиус нижнего основания $L_r = S * \cos(t)$, высота нижнего основания $L_h = S * \sin(t)$, и соотношение между e и p задано следующей системой уравнений:

$$e = 2 * \text{ArcSin}[\text{Tan}(0.5 * f) * \text{Tan}(45 - 0.5 * p)]$$

$$p = \text{ArcCos} \left\{ \frac{2 * S * \sin(0.5 * e) + [S * \cos(t + e) * \sin(0.5 * t) + \cos(t) * \text{Tan}(0.5 * f)]}{\dots} \right\}$$

Этот набор уравнений может быть численно решен с помощью стандартных математических методов, и ниже он называется алгоритмом проектирования купольной каркасной конструкции из тороидальных элементов. Этот алгоритм может быть изменен для выполнения проектирования купольных конструкций из тороидальных элементов, которые состоят из чередующихся уложенных друг на друга слоев и которые предназначены для сфероидных конструкций с основанием практически любой формы или с любой высотой.

Купольная каркасная конструкция может быть затем выполнена путем соединения тороидальных элементов, имеющих размеры, установленные с использованием алгоритма проектирования купольной каркасной конструкции из тороидальных элементов, в местах, отмеченных на этих элементах, указанных с использованием этого же алгоритма, путем соответствующего размещения составных тороидальных элементов, что может быть упрощено благодаря применению шаблона/лекала, созданного с использованием проекта, полученного также благодаря применению указанного алгоритма, и соединения расположенных таким образом элементов. Соединения затем могут быть выполнены вручную или с использованием робототехники. Такие купольные конструкции могут быть также соединены своими основаниями с образованием полной или частичной сфероидной конструкции. Сооружение башен, например таких что показаны на фиг. 87 и 88, может быть осуществлено аналогичным образом.

Хотя изобретения описано на примере предпочтительного варианта его выполнения, очевидно, что это описание не ограничивает изобретение пределами указанного описанного варианта, а включает различные альтернативные и равноценные конструкции без выхода за пределы сути и объема, представленных в приложенной формуле изобретения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 изображает вид сверху двух незамкнутых прямоугольных элементов кручения, соединенных с одной ориентацией двумя соединительными приспособлениями.

Фиг. 2 изображает соединение незамкнутых прямоугольных элементов кручения, показанных на фиг. 1, в разобранном виде.

Фиг. 3 изображает в аксонометрии элементы кручения, показанные на фиг. 1.

Фиг. 4 изображает соединение незамкнутых прямоугольных элементов кручения, показанных на фиг. 3, в разобранном виде.

Фиг. 5 изображает вид сверху двух незамкнутых прямоугольных элементов кручения, соединенных с противоположной ориентацией с помощью промежуточного элемента кручения четырьмя соединительными приспособлениями.

Фиг. 6 изображает соединение незамкнутых прямоугольных элементов кручения, показанных на фиг. 5, в разобранном виде.

Фиг. 7 изображает в аксонометрии элементы кручения, показанные на фиг. 5.

Фиг. 8 изображает соединение незамкнутых прямоугольных элементов кручения, показанных на фиг. 7, в разобранном виде.

Фиг. 9 изображает вид сверху двух M-образных элементов кручения, соединенных с противоположной ориентацией с помощью промежуточного элемента кручения четырьмя соединительными приспособлениями.

Фиг. 10 изображает в аксонометрии элементы кручения, показанные на фиг. 9.

Фиг. 11 изображает в аксонометрии два U-образных незамкнутых прямоугольных элемента кручения, соединенных под углом с противоположной ориентацией двумя соединительными приспособлениями.

Фиг. 12 изображает в аксонометрии два U-образных незамкнутых прямоугольных элемента кручения, соединенных под углом с противоположной ориентацией четырьмя соединительными приспособлениями с помощью промежуточного элемента кручения.

Фиг. 13 изображает в аксонометрии 6 соединенных пар незамкнутых прямоугольных элементов кручения, соединенных в линейную структуру, причем каждая пара соединена друг с другом под углом двумя соединительными приспособлениями.

Фиг. 14 изображает в аксонометрии 32 пары U-образных элементов кручения, соединенных под углом с противоположной ориентацией четырьмя соединительными приспособлениями с помощью промежуточного элемента кручения, причем указанные пары соединены с образованием круговой структуры, образующей тороид.

Фиг. 15 изображает в аксонометрии два тороидальных элемента кручения, соединенных под углом одним соединительным приспособлением.

Фиг. 16 изображает вид сбоку тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 15.

Фиг. 17 изображает вид сверху тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 15.

Фиг. 18 изображает вид снизу тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 15.

Фиг. 19 изображает в аксонометрии 32 пары тороидальных элементов кручения, показан-

ных на фиг. 15-18, соединенные с образованием круговой структуры, образующей тороид.

Фиг. 20 изображает в аксонометрии два тороидальных элемента кручения, соединенных под углом без внешнего соединительного приспособления.

Фиг. 21 изображает вид сбоку тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 20.

Фиг. 22 изображает вид сверху тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 20.

Фиг. 23 изображает вид снизу тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 20.

Фиг. 24 изображает вид сверху 64 пар тороидальных элементов кручения, соединенных под углом, причем указанные пары соединены с образованием круговой структуры, образующей тороид.

Фиг. 25 изображает в аксонометрии тороид, показанный на фиг. 24.

Фиг. 26 изображает вид сбоку двух тороидов, таких как показан на фиг. 24, соединенных изнутри соединительными приспособлениями, соединяющими тороидальные элементы одного тороида с ближними тороидальными элементами другого тороида.

Фиг. 27 изображает часть зоны внутреннего соединения между тороидами, показанными на фиг. 26.

Фиг. 28 изображает вид с другого бока двух тороидов, показанных на фиг. 26.

Фиг. 29 изображает часть зоны внутреннего соединения между тороидами, показанными на фиг. 20-23.

Фиг. 30 изображает вид двух тороидов в направлении стрелки на фиг. 28.

Фиг. 31 изображает часть зоны внутреннего соединения между тороидами, показанными на фиг. 30.

Фиг. 32 изображает вид в аксонометрии двух тороидов в направлении стрелки на фиг. 30.

Фиг. 33 изображает часть зоны внутреннего соединения между тороидами, показанными на фиг. 32.

Фиг. 34 изображает в аксонометрии тороид, образованный двумя трубчатыми концентрическими тороидами, внешним и внутренним, которые выполнены из 32 пар тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 20-23, соединенных с образованием круговой структуры, образующей тороид, но с различной угловой ориентацией пар тороидальных элементов.

Фиг. 35 изображает вид сверху 20 пар тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 20-23, соединенных с образованием эллиптической структуры, образующей тороид.

Фиг. 36 изображает вид в аксонометрии тороида, образованного эллиптической структурой, показанной на фиг. 35.

Фиг. 37 изображает вид в аксонометрии тороидального элемента с круговым спиральным трубчатым каналом, ограниченным другим

коаксиальным тороидальным элементом с трубчатым каналом меньшего диаметра, которые склеены, связаны или как-либо иначе присоединены к центральному тороидальному элементу.

Фиг. 38 изображает вид сверху тороидального элемента, состоящего из семи взаимосвязанных тороидальных элементов, трубы которых могут быть связаны, склеены или как-либо иначе соединены друг с другом.

Фиг. 39 изображает поперечное сечение тороидального элемента, показанного на фиг. 38.

Фиг. 40 изображает в аксонометрии тороидальный элемент, показанный на фиг. 38.

Фиг. 41 изображает вид сбоку тороидального элемента, показанного на фиг. 38.

Фиг. 42 изображает в аксонометрии множество пар тороидальных элементов, показанных на фиг. 20-23 и соединенных в линейную структуру с образованием прямого цилиндрического стержня, стойки или трубы.

Фиг. 43 изображает в аксонометрии множество пар тороидальных элементов, соединенных в линейную структуру с образованием прямого цилиндрического стержня, стойки или трубы, с угловой ориентацией, отличной от ориентации элементов, составляющих конструкцию, показанную на фиг. 42.

Фиг. 44 изображает в аксонометрии линейную структуру, показанную на фиг. 42 и соединенную с линейной структурой, показанной на фиг. 43, так что последняя вставлена соосно в эту структуру.

Фиг. 45 изображает в аксонометрии тороидальный элемент с двумя противоположными полуэллиптическими сторонами и двумя противоположными прямыми сторонами.

Фиг. 46-49 изображают различные соединения между тороидальными элементами (чертежи с четными номерами изображают вид сверху, а чертежи с нечетными номерами - вид в аксонометрии).

Фиг. 50 - 52 изображают в аксонометрии соединительное приспособление со шлицевыми захватами для соединения двух элементов, при этом чертежи соответственно показывают соединительное приспособление в разомкнутом состоянии, обжимную ленту и соединительное приспособление, замкнутое наложенной обжимной лентой.

Фиг. 53 - 56 изображают в аксонометрии соединительное приспособление со шлицевыми захватами для соединения двух расположенных с перекосом по оси тороидальных элементов, при этом чертежи соответственно показывают соединительное приспособление в разомкнутом состоянии, обжимные ленты, соединительное приспособление, замкнутое наложенной обжимной лентой, и соединительное приспособление с произвольным углом между осями захватов (также с наложенной обжимной лентой).

Фиг. 57 и 58 изображают в аксонометрии тороидальные элементы с двумя шлицевыми буртиками на противоположных сторонах элемента, прикрепленными к тороидальным элементам, из которых указанные элементы состоят.

Фиг. 59 изображает вид сбоку конструктивного модуля, состоящего из трех тороидальных элементов, соединенных с образованием треугольника.

Фиг. 60 изображает в аксонометрии конструктивный модуль, показанный на фиг. 59.

Фиг. 61 изображает вид сбоку линейной структуры из 8 конструктивных модулей, показанных на фиг. 59, образующей конструкцию стойки, балки или стержня треугольного поперечного сечения.

Фиг. 62 изображает вид сверху линейной структуры, показанной на фиг. 61.

Фиг. 63 изображает в аксонометрии линейную структуру, показанную на фиг. 61.

Фиг. 64 изображает вид сбоку конструктивного модуля, состоящего из шести тороидальных элементов, соединенных с образованием прямоугольного короба.

Фиг. 65 изображает в аксонометрии конструктивный модуль, показанный на фиг. 64.

Фиг. 66 изображает вид сбоку линейной структуры из 8 конструктивных модулей, показанных на фиг. 64, образующей конструкцию стойки, балки или стержня прямоугольного поперечного сечения.

Фиг. 67 изображает вид в аксонометрии конструкции, показанной на фиг. 66.

Фиг. 68 изображает вид в аксонометрии двухслойной трехрядной структуры, выполненной из линейных структур, состоящих из 8 конструктивных модулей, показанных на фиг. 64, и образующей конструкцию бруса или балки.

Фиг. 69 изображает вид в аксонометрии полукруглой структуры из трех слоев, состоящих из 45 прямоугольных конструктивных модулей из тороидальных элементов кручения, соединенных в полукруглую структуру с образованием арки.

Фиг. 70 изображает вид в аксонометрии 90 прямоугольных конструктивных модулей из тороидальных элементов кручения, соединенных в круглую структуру.

Фиг. 71 изображает вид сверху с разрезом шестиугольного тороидального элемента с двумя наборами из 3 соединенных с возможностью поворота внутренних валов, по одному набору в каждой противоположной половине шестиугольника.

Фиг. 72 изображает вид в аксонометрии с разрезом тороидального элемента, показанного на фиг. 71.

Фиг. 73 изображает вид сбоку с разрезом тороидального элемента, показанного на фиг. 71.

Фиг. 74 изображает вид сбоку двух шестиугольных тороидальных элементов, показанных на фиг. 71, соединенных под углом одним соединительным приспособлением.

Фиг. 75 изображает вид сверху двух тороидальных элементов, показанных на фиг. 74.

Фиг. 76 изображает вид снизу двух тороидальных элементов, показанных на фиг. 74.

Фиг. 77 изображает вид в аксонометрии тороидальных элементов, показанных на фиг. 74.

Фиг. 78 изображает вид в аксонометрии тороидального элемента, показанного на фиг. 24, соединенного с расположенным внутри него аналогичным концентрическим тороидальным элементом, причем радиусы тороидальных элементов, составляющих внутренний и наружный тороидальные элементы, равны.

Фиг. 79 изображает вид в аксонометрии тороидального элемента, образованного 32 парами тороидальных элементов кручения, показанных на фиг. 21, соединенных в круговую структуру, соединенную с концентрическим внутренним тороидальным элементом, образованным 32 парами тороидальных элементов кручения, соединенных под углом и ориентированных, как показано на фиг. 22, с образованием круговой структуры.

Фиг. 80 и 81 изображают два типа концентрических соединений двух тороидальных элементов под различными углами (чертеж с четным номером изображает вид сверху, а чертеж с нечетным номером - вид в аксонометрии).

Фиг. 82 изображает схематично вид спереди купольной конструкции, образованной последовательными чередующимися слоями из равного количества тороидов уменьшающегося кверху диаметра, каждый из которых соединен в шести точках со смежными тороидами, и увенчанной аналогичной купольной конструкцией меньшего диаметра с образованием сложной купольной конструкции.

Фиг. 83 изображает схематично вид спереди сферической конструкции, образованной двумя купольными конструкциями, образованными, в свою очередь, последовательными слоями из равного количества тороидальных элементов уменьшающегося кверху диаметра, каждый из которых соединен в четырех точках со смежными тороидальными элементами, и соединенными с ориентацией своих полюсов в противоположные стороны.

Фиг. 84 изображает вид сбоку сферической/додекаэдрической конструкции, состоящей из двенадцати соединенных тороидальных элементов, промежутки между которыми перекрыты тороидальными элементами меньшего диаметра, и имеющей группу элементов, показанную на фиг. 85, другого масштаба, присоединенную к самому верхнему тороидальному элементу конструкции, и аналогичное соединение аналогичной группы, имеющей другой масштаб,

для присоединения к самому верхнему тороидальному элементу первой группы.

Фиг. 85 изображает группу из 6 соединенных тороидальных элементов, составляющих переднюю часть сферической/додекаэдрической конструкции, показанной на фиг. 84.

Фиг. 86 изображает вид в аксонометрии башенной конструкции, образованной вертикальной структурой соединенных призматических конструктивных модулей уменьшающегося кверху размера.

Фиг. 87 изображает схематично вид спереди конической башенной конструкции, образованной последовательными слоями из равного количества тороидов уменьшающегося кверху диаметра, каждый из которых соединен в четырех точках со смежными тороидами.

Фиг. 88 изображает схематично вид спереди конической башенной конструкции, образованной последовательными чередующимися слоями из равного количества тороидов уменьшающегося кверху диаметра, каждый из которых соединен в шести точках со смежными тороидами.

Фиг. 89, 90 и 91 изображают виды в аксонометрии соединительного приспособления для двух элементов в рабочем состоянии, имеющего шлицевые захваты, причем фиг. 90 и 91 изображают виды с разрезом, показывающие двигатели, передачи и приводы для каждого шлицевого захвата в корпусе соединительного приспособления.

Фиг. 92 и 93 изображают последовательность видов сверху тороидального элемента из 40 тороидальных элементов, изменяющего форму от формы круглой структуры, образующей круглый тороид, до формы эллиптической структуры, образующей эллиптический тороид.

Фиг. 94-98 изображают последовательность схематичных видов спереди, иллюстрирующую поэтапное изменение формы вытянутой сферической конструкции до сплюсненной сферической конструкции с промежуточными конструкциями меньшего объема.

Фиг. 99 изображает вид в аксонометрии круговой горизонтальной арки из 20 тороидальных элементов.

Фиг. 100 изображает вид в аксонометрии конструкции, образованной из двух расположенных слоями круговых горизонтальных арок, показанных на фиг. 99.

Фиг. 101 изображает вид в аксонометрии конструкции, образованной из трех расположенных слоями круговых горизонтальных арок, показанных на фиг. 99.

Фиг. 102 изображает вид в аксонометрии с разрезом тороидальной каркасной конструкции корпуса колеса, заключенной в кожу.

Фиг. 103 изображает вид в аксонометрии с разрезом конструкции колеса с шиной (нижние пять элементов которой показаны подробно, в

то время как другие элементы показаны схематично), заделанной в вязущую среду.

Фиг. 104 изображает вид в аксонометрии с разрезом конструкции колеса с шиной (нижние пять элементов которой показаны подробно, в то время как другие элементы показаны схематично), удерживаемой общей лентой.

Фиг. 105 изображает вид в аксонометрии шины, в которой установлена конструкция колеса с шиной, показанная на фиг. 104.

Фиг. 106 изображает математическую схему, которая иллюстрирует соотношение между углами и линейными размерами в проекте каркасной конструкции в виде тороидального элемента, имеющей тороидальные элементы меньшего размера, и на которой показаны размерные характеристики.

Фиг. 107 изображает вид в аксонометрии математической схемы купола, которая представляет размерные характеристики, иллюстрирующие соотношение между углами и линейными размерами в проекте купольной каркасной конструкции из тороидальных элементов.

Фиг. 108 изображает вид спереди математической схемы купола, которая представляет размерные характеристики, иллюстрирующие соотношение между углами и линейными размерами в проекте купольной каркасной конструкции из тороидальных элементов.

Лучший способ осуществления изобретения

Лучшим способом является предпочтительный вариант выполнения настоящего изобретения, в котором используются тороидальные элементы, выполненные с использованием элементов кручения, имеющих тороидальную форму. Предпочтительный вариант выполнения, в котором используются тороидальные элементы кручения, преобразует большую часть сжимающей, растягивающей и сгибающей нагрузки в конструкциях, в которых применяется эта система, в скручивающую нагрузку элементов кручения, из которых эти конструкции состоят. Применение тороидальных элементов кручения позволяет сооружать конструкции из тороидов, которые являются самонесущими.

Промышленная применимость

Настоящее изобретение применимо для любой возможной конструкции: мостов, башен, мебели, летательных аппаратов, сухопутных и морских транспортных средств, бытовых приборов, инструментов, строений, куполов, дирижаблей, космических конструкций и транспортных средств, наземных и космических жилых комплексов. Типажный ряд от мельчайших до гигантских позволяет конструктивно и экономично выполнять конструкции, имеющие различную величину. Конструкции, которые можно получить с использованием настоящего изобретения, не ограничиваются какой-либо особой формой и могут иметь произвольную форму.

Некоторые конструктивные формы могут применяться для сооружения зданий с неустой-

чивым фундаментом, которые могут выдержать перемещение фундамента и его повреждение.

Основные цели настоящего изобретения

1. Создание универсальной конструктивной системы для всех типов неподвижных и подвижных конструкций, состоящей из соединенных элементов кручения/тороидальных элементов и имеющей высокую степень структурной целостности, прочности, работоспособности и гибкости.

2. Создание конструктивной системы, в которой конструктивная нагрузка в виде сжатия, растяжения и изгиба преобразуется в скручивающую нагрузку элементов кручения, из которых эта система состоит, так что указанные элементы принимают на себя большую часть конструктивной нагрузки.

3. Создание конструктивной системы, в которой конструкция, сооруженная из элементов кручения/тороидальных элементов, равномерно нагружена, так что напряжения в материале, из которого эти элементы выполнены, распределены равномерно с достижением тем самым высокого коэффициента конструктивного качества.

4. Создание конструктивной системы, в которой нагрузка равномерно распределена по всем элементам кручения/тороидальным элементам.

5. Создание конструктивной системы, модульной и привлекательной по внешнему виду, создающей эстетический дизайн благодаря самонесущим тороидальным элементам кручения, в которой изогнутые конструкции выглядят архитектурно естественными.

6. Создание конструктивной системы с динамичным изменением формы и динамичным распределением нагрузки посредством регулируемых и/или приводимых в действие конструктивных соединений при сохранении структурной целостности и прочности.

7. Создание конструктивной системы, экономичной, пригодной для автоматизированного проектирования, автоматизированного изготовления, эффективной структурно и в готовом узле, в своих самых малых элементах и в своих наибольших структурных формах.

8. Создание конструктивной системы, в которой все конструктивные характеристики всех элементов могут быть точно спрогнозированы, рассчитаны и испытаны.

9. Создание конструктивной системы, в которой такие обычные конструктивные элементы, как балки, брусья, платформы, фермы и так далее, могут быть выполнены из элементов кручения/тороидальных элементов и встроены в обычные конструкции в виде обычных конструктивных элементов.

10. Создание конструктивной системы, в которой различные элементы кручения/ тороидальные элементы могут быть стандартизированы и соотнесены со всеми характеристиками,

относящимися к размерам, материалам и нагрузкам, с созданием с их использованием автоматизированной подборки компонентов для конструкторских проектов.

11. Создание конструктивной системы, совместимой с обычными конструктивными системами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Конструктивная система, содержащая тороидальные элементы кручения и средства соединения этих элементов.

2. Конструктивная система из элементов кручения, содержащая конструктивные элементы, работающие на кручение при восприятии нагрузки, и средства соединения этих конструктивных элементов с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один конструктивный элемент, по меньшей мере, одному другому конструктивному элементу, к которому присоединен указанный первый, по меньшей мере, один конструктивный элемент, и с обеспечением воздействия скручивающей нагрузки на указанный, по меньшей мере, один второй конструктивный элемент в направлении, противоположном направлению скручивающей нагрузки, действующей на указанный первый конструктивный элемент, при этом образована каркасная конструкция, внутри которой нагрузка конструктивных элементов распределяется в виде напряжения при кручении.

3. Конструктивная система из элементов кручения для сооружения каркасных конструкций всех размеров, содержащая элементы кручения, каждый из которых является конструктивным элементом, работающим на кручение при восприятии нагрузки, и которые соединены с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один элемент кручения, по меньшей мере, одному другому элементу кручения, к которому присоединен указанный первый, по меньшей мере, один элемент кручения.

4. Конструктивная система для сооружения конструктивных каркасных конструкций всех размеров, содержащая элементы кручения, каждый из которых является конструктивным элементом, работающим на кручение при восприятии нагрузки, и которые соединены с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один элемент кручения, по меньшей мере, одному другому элементу кручения, к которому присоединен указанный первый, по меньшей мере, один элемент кручения, при этом образована конструктивная каркасная конструкция, внутри которой нагрузка конструктивных элементов распределяется в виде напряжения при кручении.

5. Система для сооружения каркасных конструкций всех размеров, содержащая эле-

менты кручения и средства соединения указанных элементов с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один элемент кручения, по меньшей мере, одному другому элементу кручения, к которому присоединен указанный первый, по меньшей мере, один элемент кручения, при этом нагрузка конструктивных элементов распределяется в виде напряжения при кручении.

6. Конструктивная система из тороидальных элементов для башенных, купольных и сферических конструкций, содержащая тороидальные элементы, которые включают конструктивные средства выполнения указанных элементов самонесущими, исключаящие нетороидальные диаметральные перекрестные связи или нетороидальные перекрестные связи, проходящие по хорде, в тороидальных отверстиях указанных тороидальных элементов, и которые соединены с образованием уровневых слоев тороидальных элементов, проходящих по замкнутому ряду, причем соединения между указанными тороидальными элементами не являются результатом взаимного соединения или пересечения этих элементов, и средства соединения указанных уровневых слоев тороидальных элементов в штабель с образованием каркаса башенной, купольной или сферической конструкции.

7. Сферическая конструкция из тороидальных элементов, содержащая тороидальные элементы, по существу, одинакового размера, которые расположены в плоскостях поверхностей воображаемого правильного многогранника, по меньшей мере, один из которых соединен с другими тороидальными элементами с обеспечением в результате соединений, не являющихся результатом взаимного соединения или пересечения этих элементов, и которые, по существу, соприкасаются друг с другом в соединении, за исключением промежутка между указанными тороидальными элементами, необходимого для соединения, по существу, в центрах ребер воображаемого правильного многогранника, причем указанные тороидальные элементы включают конструктивные средства выполнения этих элементов самонесущими, исключаящие нетороидальные диаметральные перекрестные связи или нетороидальные перекрестные связи, проходящие по хорде, в центральных отверстиях указанных тороидальных элементов.

8. Конструктивный элемент, содержащий элементы сжатия, которые имеют тороидальную форму, каждый из которых имеет две стороны, первую половину и вторую половину, диаметрально противоположную первой, и которые расположены на поверхности сторона к стороне с образованием криволинейной структуры, так что вторая половина каждого указанного элемента находится на указанной поверхности и зафиксирована на месте, а все указанные элементы наклонены внутрь изгиба указанной кри-

волинейной структуры, и этот изгиб является одиночным изгибом без изгиба в противоположную сторону, при этом месторасположение первой половины каждого из указанных элементов в криволинейной структуре находится, по существу, в плоскости, так что указанные элементы сжимаются вместе при приложении нагрузки к первой половине каждого указанного элемента в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба криволинейной структуры, тем самым объединяя указанную криволинейную структуру элементов сжатия в конструктивный элемент для восприятия указанной нагрузки.

9. Конструктивный элемент, содержащий элементы сжатия тороидальной формы, каждый из которых имеет две стороны, первый конец и второй конец, диаметрально противоположный первому, и которые расположены на поверхности стороны к стороне с образованием криволинейной структуры, так что второй конец каждого указанного элемента находится на указанной поверхности и зафиксирован на месте, а все указанные элементы наклонены внутрь изгиба указанной криволинейной структуры, и этот изгиб является одиночным изгибом без изгиба в противоположную сторону, при этом месторасположение первого конца каждого из указанных элементов в криволинейной структуре находится, по существу, в плоскости, так что указанные элементы сжимаются вместе при приложении нагрузки у первого конца каждого указанного элемента в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба криволинейной структуры, тем самым объединяя указанную криволинейную структуру элементов сжатия в конструктивный элемент для восприятия указанной нагрузки.

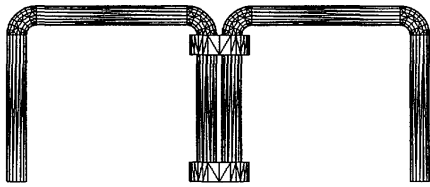
10. Конструктивный элемент, содержащий элементы сжатия тороидальной формы, каждый из которых имеет две стороны, первый конец и второй конец, диаметрально противоположный первому, и которые расположены на поверхности стороны к стороне с образованием криволинейной структуры, так что второй конец каждого указанного элемента находится на указанной поверхности и зафиксирован на месте, а все указанные элементы наклонены внутрь изгиба указанной криволинейной структуры, и этот изгиб является одиночным изгибом без изгиба в противоположную сторону, при этом месторасположение первого конца каждого из указанных элементов в криволинейной структуре находится, по существу, в плоскости, так что указанные элементы сжимаются вместе при приложении нагрузки у первого конца каждого указанного элемента в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба криволинейной структуры,

тем самым объединяя указанную криволинейную структуру элементов сжатия в конструктивный элемент для восприятия указанной нагрузки.

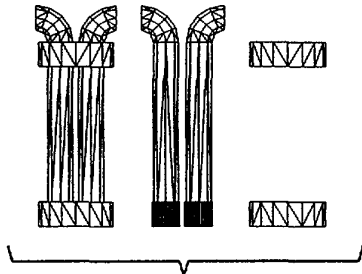
11. Конструктивный элемент, содержащий элементы сжатия тороидальной формы, каждый из которых имеет две стороны, первый конец и второй конец, диаметрально противоположный первому, и которые расположены на поверхности стороны к стороне с образованием криволинейной структуры, так что второй конец каждого указанного элемента находится на указанной поверхности и зафиксирован на месте, а все указанные элементы наклонены внутрь изгиба указанной криволинейной структуры, и этот изгиб является одиночным изгибом без изгиба в противоположную сторону, так что указанные элементы сжимаются вместе при приложении нагрузки у первого конца каждого указанного элемента в направлении, перпендикулярном плоскости изгиба криволинейной структуры, тем самым объединяя указанную криволинейную структуру элементов сжатия в конструктивный элемент для восприятия указанной нагрузки.

12. Конструкция колеса с шиной, содержащая тороидальные опорные компоненты, по меньшей мере, один из которых является упругой самонесущей тороидальной каркасной конструкцией из соединенных элементов кручения, и дополнительно содержащая элементы кручения, работающие в основном на кручение при восприятии нагрузки, средства соединения этих элементов кручения с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один элемент кручения, по меньшей мере, одному другому элементу кручения, к которому присоединен указанный первый элемент кручения, и средства соединения указанных тороидальных опорных компонентов в структуру с приданием ей тороидальной формы.

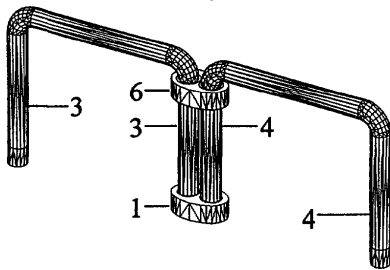
13. Конструкция колеса с шиной, состоящая из образующей тороид структуры соединенных радиальных тороидальных опорных компонентов, радиального тороидального опорного компонента, содержащего упругую самонесущую тороидальную каркасную конструкцию из соединенных элементов кручения, и содержащая элементы кручения, работающие в основном на кручение при восприятии нагрузки, и средства соединения этих элементов кручения с обеспечением передачи скручивающей нагрузки, действующей, по меньшей мере, на один элемент кручения, по меньшей мере, одному другому элементу кручения, к которому присоединен указанный первый элемент кручения.



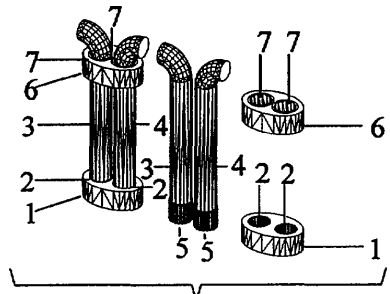
Фиг. 1



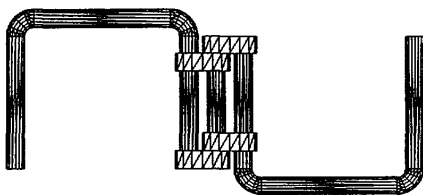
Фиг. 2



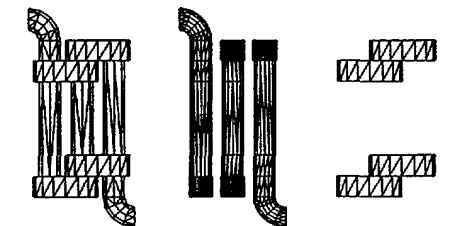
Фиг. 3



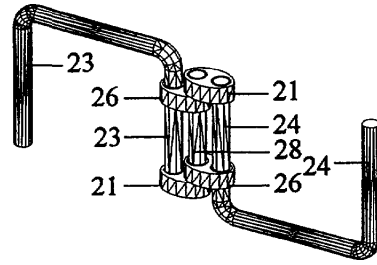
Фиг. 4



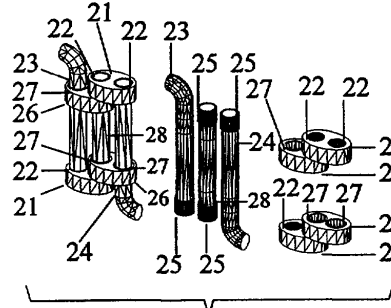
Фиг. 5



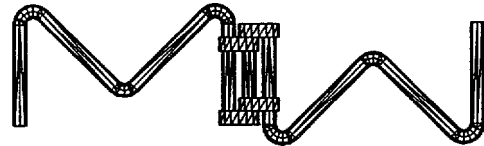
Фиг. 6



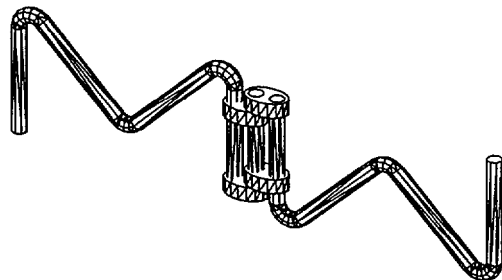
Фиг. 7



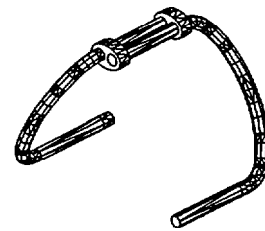
Фиг. 8



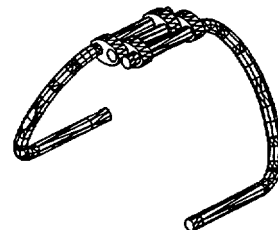
Фиг. 9



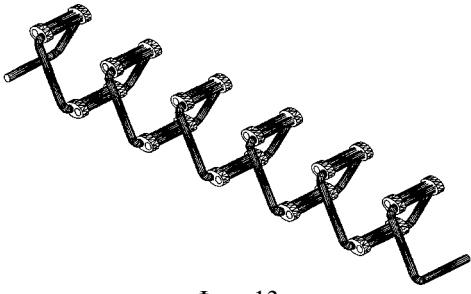
Фиг. 10



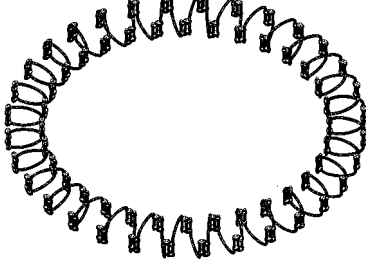
Фиг. 11



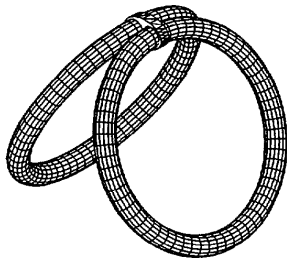
Фиг. 12



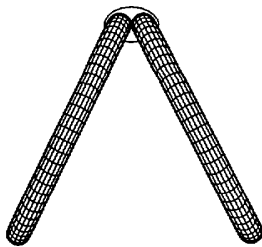
Фиг. 13



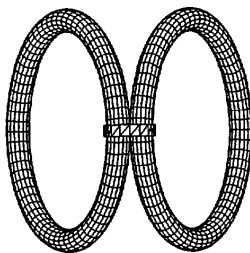
Фиг. 14



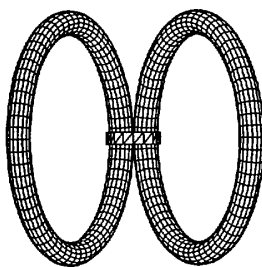
Фиг. 15



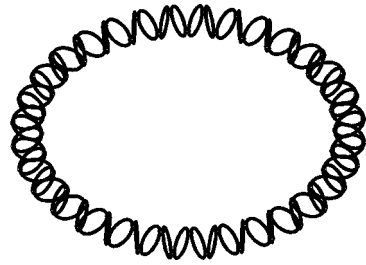
Фиг. 16



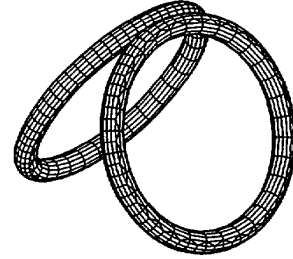
Фиг. 17



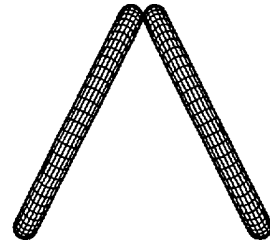
Фиг. 18



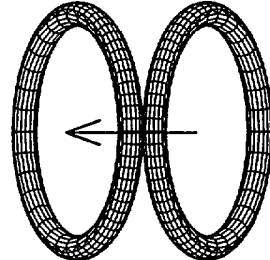
Фиг. 19



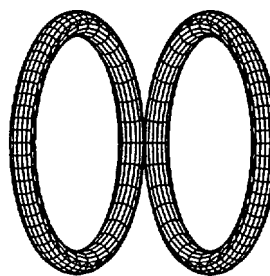
Фиг. 20



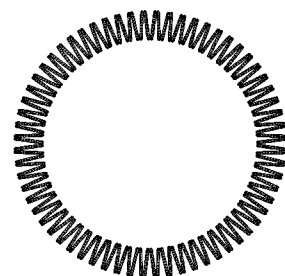
Фиг. 21



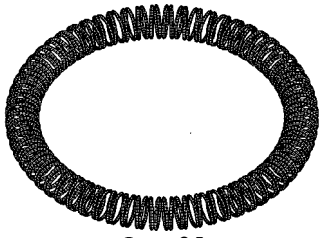
Фиг. 22



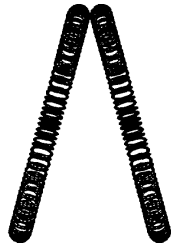
Фиг. 23



Фиг. 24



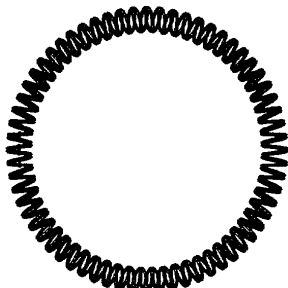
Фиг. 25



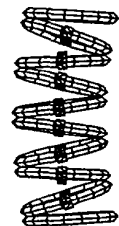
Фиг. 26



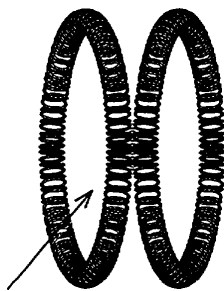
Фиг. 27



Фиг. 28



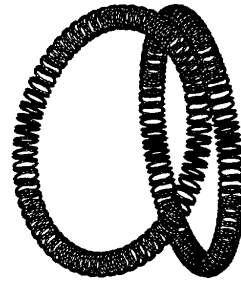
Фиг. 29



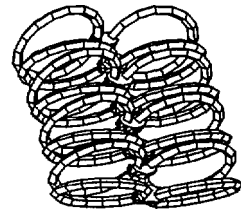
Фиг. 30



Фиг. 31



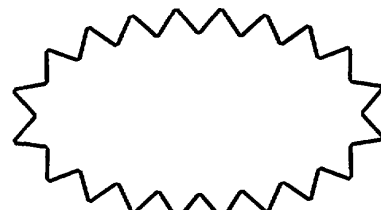
Фиг. 32



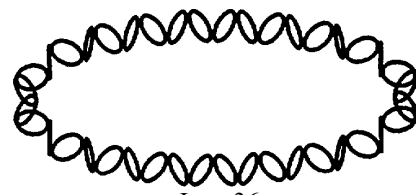
Фиг. 33



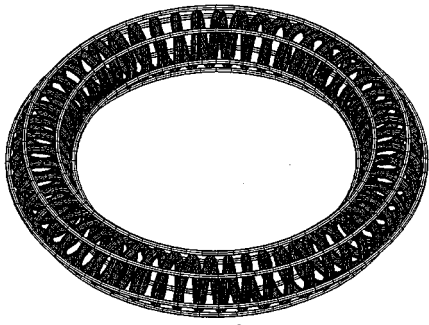
Фиг. 34



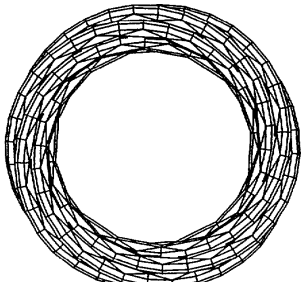
Фиг. 35



Фиг. 36



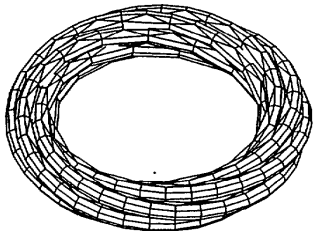
Фиг. 37



Фиг. 38



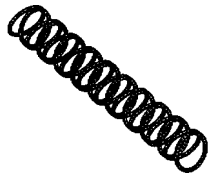
Фиг. 39



Фиг. 40



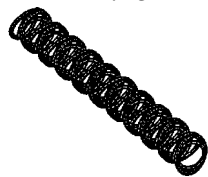
Фиг. 41



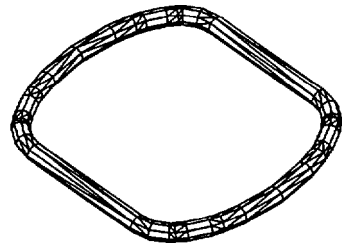
Фиг. 42



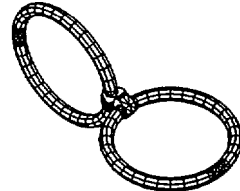
Фиг. 43



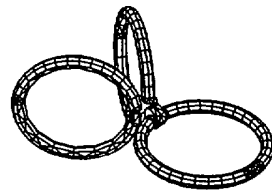
Фиг. 44



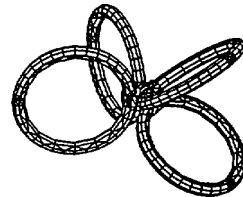
Фиг. 45



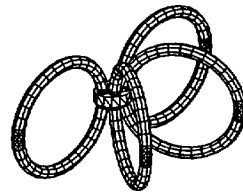
Фиг. 46



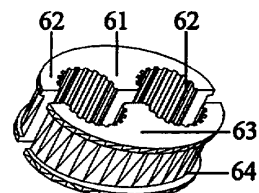
Фиг. 47



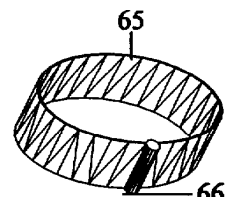
Фиг. 48



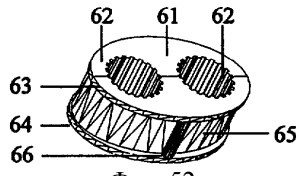
Фиг. 49



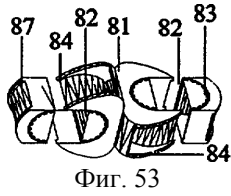
Фиг. 50



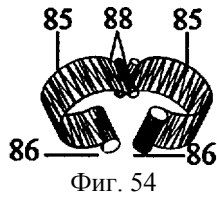
Фиг. 51



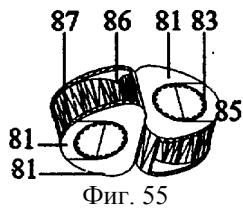
Фиг. 52



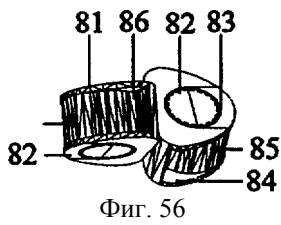
Фиг. 53



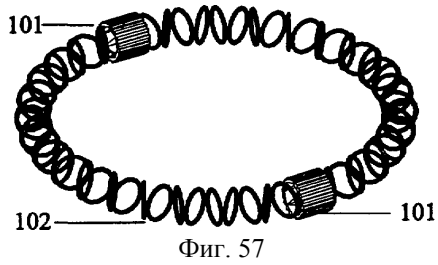
Фиг. 54



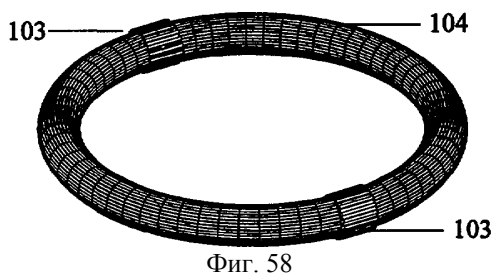
Фиг. 55



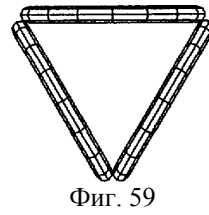
Фиг. 56



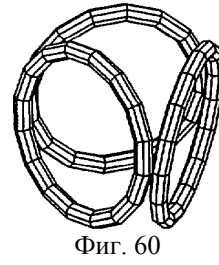
Фиг. 57



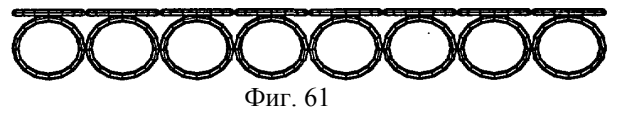
Фиг. 58



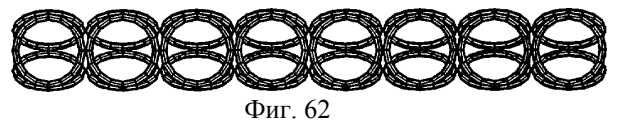
Фиг. 59



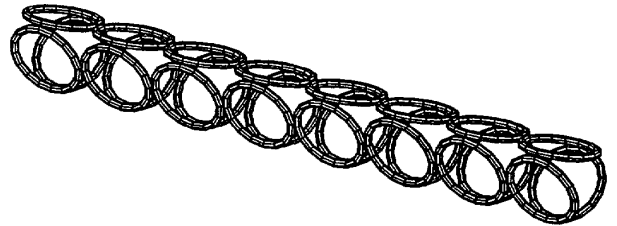
Фиг. 60



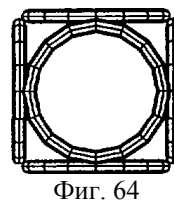
Фиг. 61



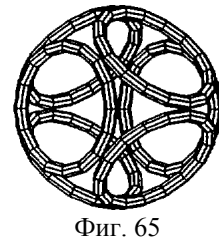
Фиг. 62



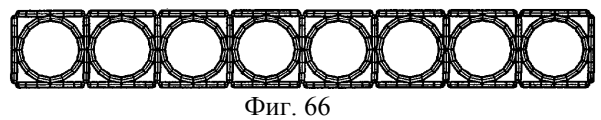
Фиг. 63



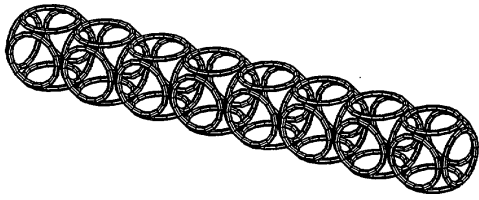
Фиг. 64



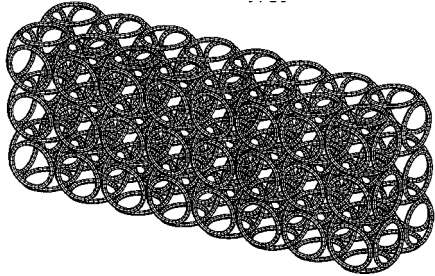
Фиг. 65



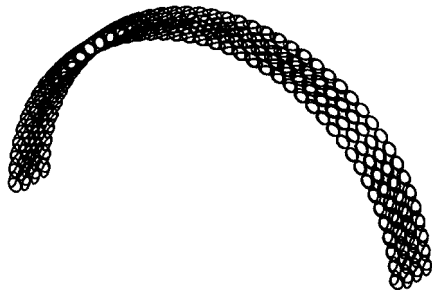
Фиг. 66



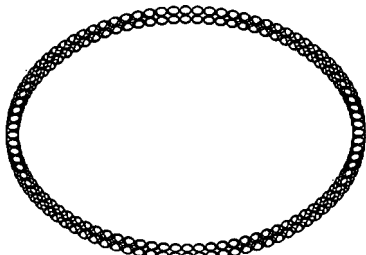
Фиг. 67



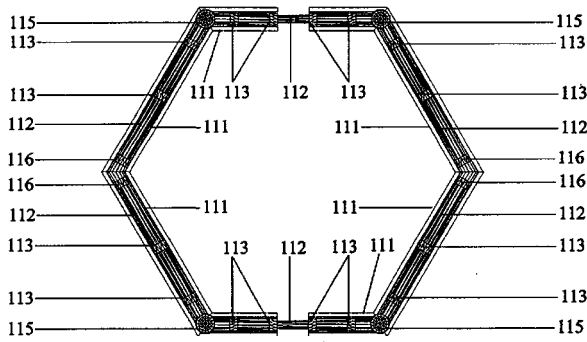
Фиг. 68



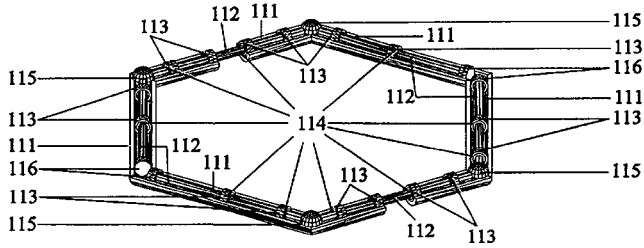
Фиг. 69



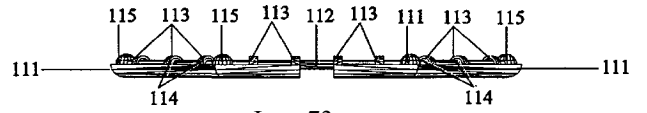
Фиг. 70



Фиг. 71



Фиг. 72



Фиг. 73



Фиг. 74



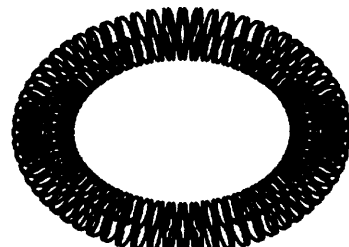
Фиг. 75



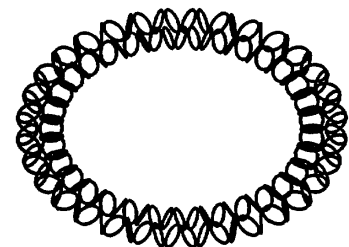
Фиг. 76



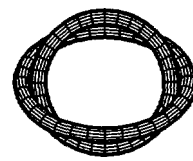
Фиг. 77



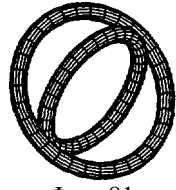
Фиг. 78



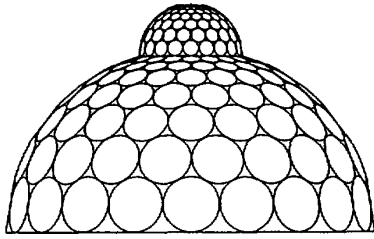
Фиг. 79



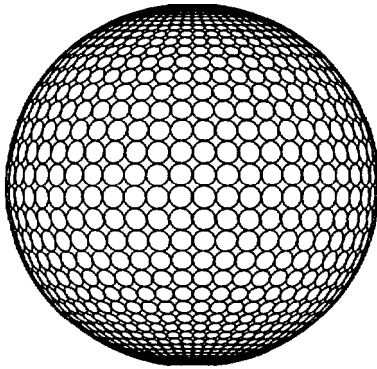
Фиг. 80



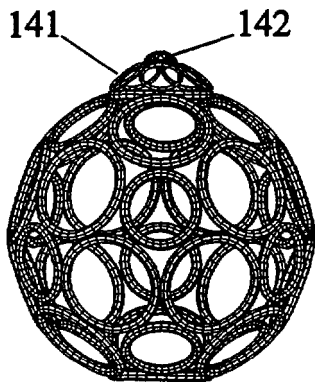
Фиг. 81



Фиг. 82



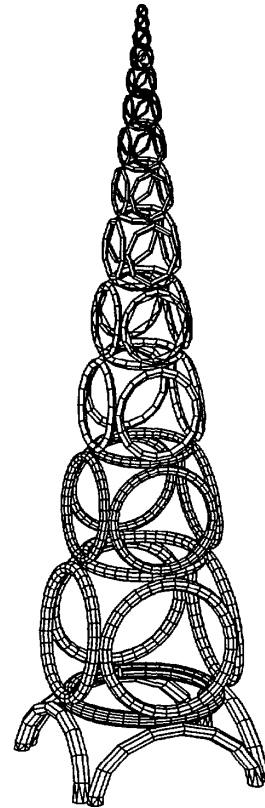
Фиг. 83



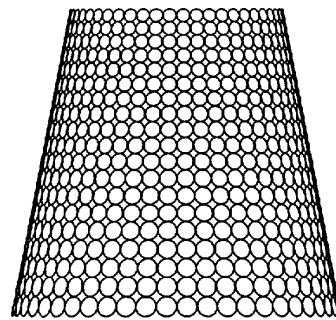
Фиг. 84



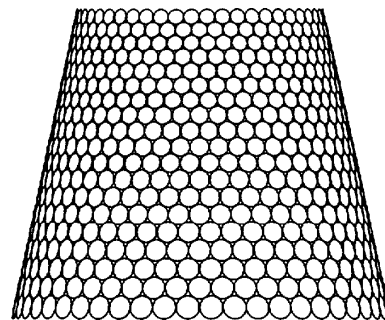
Фиг. 85



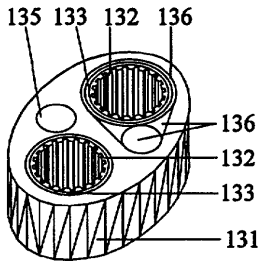
Фиг. 86



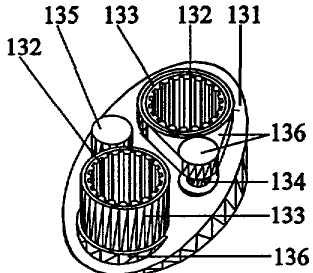
Фиг. 87



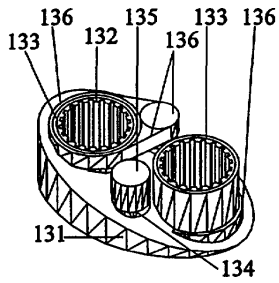
Фиг. 88



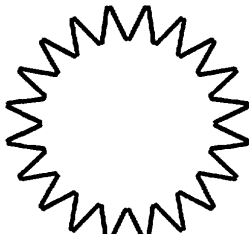
Фиг. 89



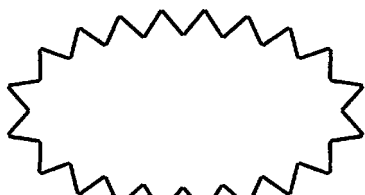
Фиг. 90



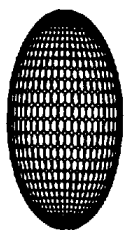
Фиг. 91



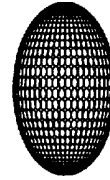
Фиг. 92



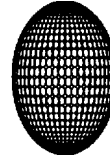
Фиг. 93



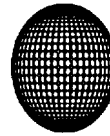
Фиг. 94



Фиг. 95



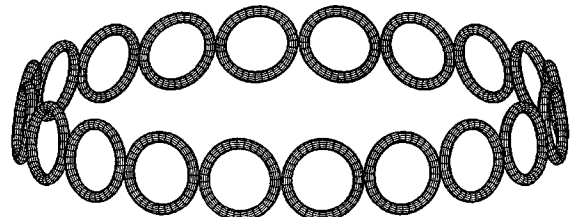
Фиг. 96



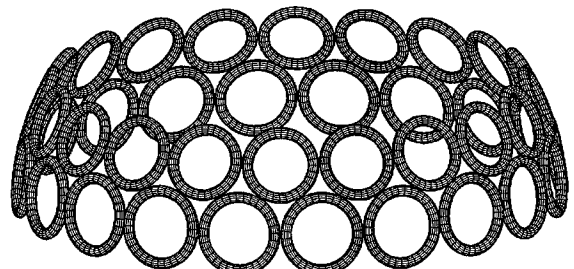
Фиг. 97



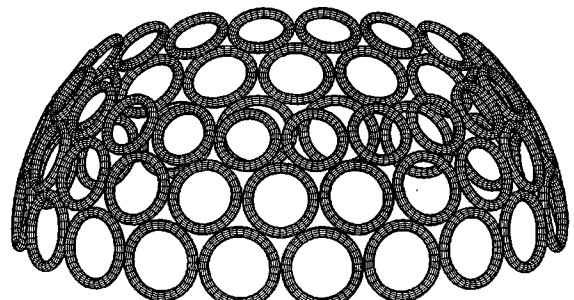
Фиг. 98



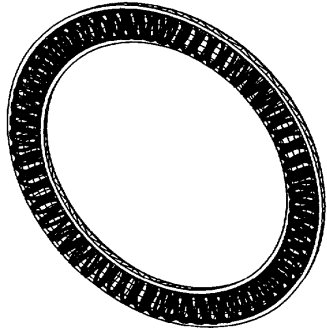
Фиг. 99



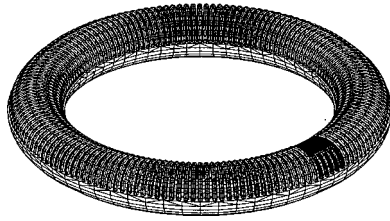
Фиг. 100



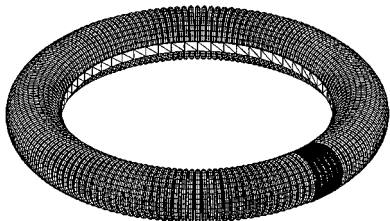
Фиг. 101



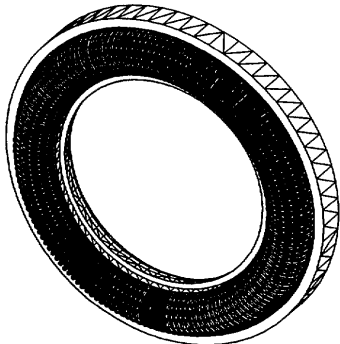
Фиг. 102



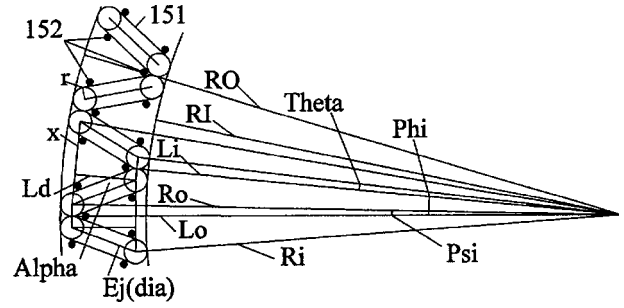
Фиг. 103



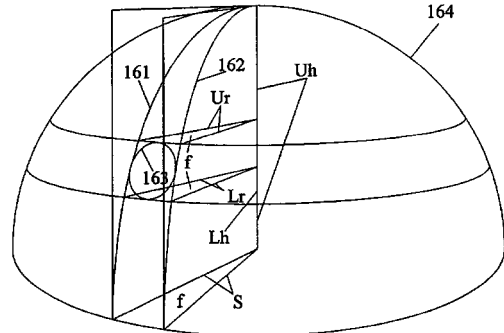
Фиг. 104



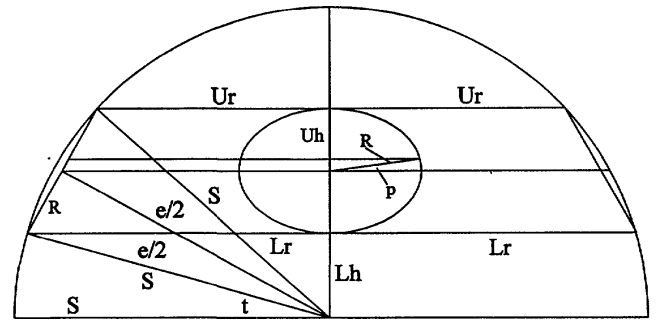
Фиг. 105



Фиг. 106



Фиг. 107



Фиг. 108

