



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 084 994** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК<sup>6</sup> **H 01 Q 15/16**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94044480/09, 26.12.1994

(46) Дата публикации: 20.07.1997

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 1795530, кл. H 01 Q 15/14, 1993. Патент США N 4899167, кл. H 01 Q 15/20, 1990.

(71) Заявитель:

Научно-производственное объединение  
им.С.А.Лавочкина

(72) Изобретатель: Асташин А.С.,  
Ильичев С.П., Ковалев В.С., Кузьмин  
А.П., Тараканов А.В.

(73) Патентообладатель:

Научно-производственное объединение  
им.С.А.Лавочкина

(54) РЕФЛЕКТОР РАЗВЕРТЫВАЕМОЙ АНТЕННЫ, ЕГО ТРАНСФОРМИРУЕМЫЙ КАРКАС, МЕХАНИЗМ РАЗВЕРТЫВАНИЯ И МЕХАНИЗМ ФИКСАЦИИ

(57) Реферат:

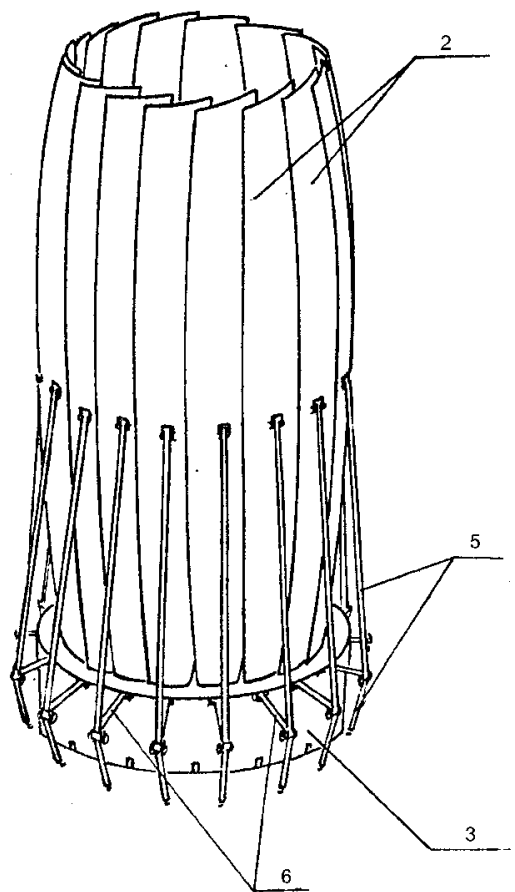
Изобретения относятся к области антенной техники и могут быть использованы в высокочастотных складных антеннах большого диаметра с жесткой отражающей поверхностью, применяемых на связных спутниках и астрофизических космических аппаратах, снабженных радиотелескопами. В рефлекторе, содержащем трансформируемый каркас с поворотными балками, соединенные с механизмами фиксации, отражающую поверхность и механизм разворачивания рефлектора новым является то, что основание снабжено установленным на его торце кольцевым силовым шпангоутом, причем в боковой стенке шпангоута выполнены радиальные прорезы, а на ее наружной поверхности расположены узлы крепления поворотных балок. Каждая балка снабжена V-образным подкосом, состоящим из жестко соединенных друг с другом под тупым углом стержней, свободный конец одного из которых шарнирно закреплен на поворотной балке, а на свободном конце другого расположен фиксируемый элемент. Вершина подкоса

шарнирно соединена с дополнительным стержнем, его другой конец шарнирно соединен с основанием. Механизм разворачивания снабжен тягами, соединенными с поворотными балками, треугольными качалками и рычагами, каждый из которых шарнирно закреплен по периферии ведущего колеса. Тяги пропущены сквозь прорезы шпангоута и соединены с ведущим колесом посредством качалок. Механизм фиксации содержит упор, шарообразную опору и подпружиненный стопор. Стопор выполнен в виде серповидного клина, внутренняя поверхность которого взаимодействует с тыльной стороной опоры. Упор механизма фиксации выполнен в виде полого усеченного конуса, ось которого размещена в плоскости, перпендикулярной оси поворота балки. Это позволяет разработать антенну диаметром 10 - 14 м с предельными отклонениями отражающей поверхности теоретического профиля антенны в пределах 2 мм на боковых лепестках и 0,6 - 0,9 мм на центральном зеркале. 4 с. и 10 з.п. ф-лы, 16 ил.

RU 2 084 994 C1

RU 2 084 994 C1

RU 2084994 C1



фиг. 1

RU 2084994 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 084 994** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 01 Q 15/16**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94044480/09, 26.12.1994

(46) Date of publication: 20.07.1997

(71) Applicant:  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
im.S.A.Lavochkina

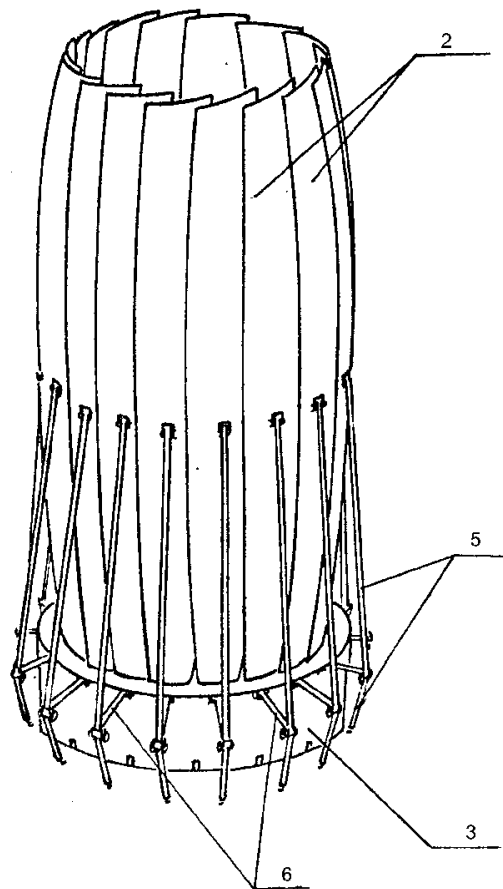
(72) Inventor: Astavin A.S.,  
Il'ichev S.P., Kovalev V.S., Kuz'min  
A.P., Tarakanov A.V.

(73) Proprietor:  
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie  
im.S.A.Lavochkina

(54) REFLECTOR OF UNFOLDED ANTENNA, ITS TRANSFORMED FRAME, UNFOLDING MECHANISM AND LOCKING MEMBER

(57) Abstract:

FIELD: antenna devices, in particular, high-precision bend large-size antennas for communication satellites and space ships with radio telescopes. SUBSTANCE: device has frame with rotating beams, which are connected by means of locking members. In addition device has reflecting surface and reflector unfolding mechanism. Ring force cantilever is located at end of bed. Side wall of cantilever has radial slits. Outer surface of said wall has mounting units of rotating beams. Each beam has V-shaped strut which has rods which are rigidly connected to each other at obtuse angle. Free end of one rod is hinged on rotating beam. Free end of another rod carries fixed member. Vertex of strut is hinged on additional rod, which another end is hinged on bed. Unfolding mechanism has pulleys which are connected to rotating beams, triangle levers each of which is hinged on periphery of driving wheel. Pulleys run through slits in cantilever and are connected to driving wheel by means of levers. Locking member has rest, ball-shaped support and spring-loaded fixer, which is designed as sickle wedge which inner side engages back side of support. Rest of locking member is designed as hollow cone frustum which axis is located in plane which is perpendicular to beam rotation axis. EFFECT: possibility to design antenna which diameter is in range of 10-14 m and deviation of reflecting surface from required shape is in range of 2 mm on side petals and 016-019 in central mirror. 14 cl, 16 dwg



фиг.1

RU 2 084 994 C1

RU 2 084 994 C1

Изобретения относятся к области антенной техники и могут быть использованы в высокоточных складных антеннах большого диаметра с жесткой отражающей поверхностью, применяемых на связных спутниках и астрофизических космических аппаратах, снабженных радиотелескопами.

Известно устройство рефлектора разворачиваемой антенны по патенту США N 4899167 (НКИ 343-915, МПК Н 01 Q 15/20). Рефлектор и его каркас содержат основание, выполненное в форме силового кольца, и силовой каркас боковых лепестков, разворачиваемый и фиксируемый в раскрытом положении с помощью тяги привода механизма разворачивания рефлектора. В конструкцию рефлектора введены силовые стержни, совмещающие в себе функции привода. Как правило, подобное совмещение в одном устройстве двух или нескольких разнородных функций приводит к ухудшению основных показателей устройства. В данном случае вследствие ошибок привода, наличия большого числа шарнирных соединений размеростабильность трансформируемого каркаса невелика. Точность и надежность механизма фиксации, включающего несколько тяг и тросиков, также невелика. В целом рефлектор не обладает достаточной надежностью поддержания высокой точности поверхности в течение длительного космического полета.

Известен рефлектор разворачиваемой антенны (см. заявку ФРГ 3621578, МПК Н 01 Q 15/20, 1988 г.), включающий отражающую поверхность, состоящую из жестких лепестков, связанных с основанием (центральной частью каркаса), механизм разворачивания и фиксации. Недостатком этого технического решения является то, что консольное крепление лепестков на механизме разворачивания и фиксации при отсутствии силовых элементов каркаса на лепестках не гарантирует сохранение требуемой точности в рабочем положении рефлектора. Из-за перекоса и смещения лепестков друг относительно друга при разворачивании антенны в рабочее положение не гарантируется требуемая точность отражающей поверхности.

Известно устройство трансформируемого каркаса (см. "Использование солнечной энергии при космических исследованиях", сб. статей, М. "Мир", 1964, стр. 205-224), который включает основание, выполненное в форме центрального опорного кольца, и силовой набор лепестков, содержащий жесткий швеллер, идущий по краю лепестков для придания свободным краям зеркальной оболочки необходимой жесткости. Этот каркас не обладает высокой размеростабильностью при малой высоте швеллера, а при большой не может быть компактно сложен в транспортное положение.

Известен механизм разворачивания рефлектора (см. авт. свид. СССР 1795530 (МПК Н 01 Q 15/14), который включает установленный на основании (центральной части каркаса) привод, связанный с ведущим зубчатым колесом, и тягу, соединенную с жестким лепестком рефлектора. Тяга связана с ведущим колесом через зубчатый сектор. Каждый лепесток рефлектора снабжен таким механизмом. Вследствие наличия в составе рефлектора большого числа этих механизмов

общая надежность разворачивания рефлектора невелика. Вероятность успешного разворачивания рефлектора в космических условиях снижается и за счет возможной несинхронности работы отдельных механизмов, вследствие чего при разворачивании отдельные лепестки могут столкнуться друг с другом.

Известно устройство механизма фиксации лепестков (см. "Использование солнечной энергии при космических исследованиях", сб. статей, М. "Мир", 1964, стр. 209-210), содержащий упоры, размещаемые на фиксируемых элементах. В процессе разворачивания точно установленные упоры за счет их плотного смыкания системой тросов обеспечивает фиксацию фиксируемых элементов, однако надежность фиксации лепестка недостаточна. Известно устройство рефлектора разворачиваемой антенны (см. авт. свид. СССР 1795530, Н 01 Q 15/14), выбранное в качестве прототипа для заявляемого технического решения "Рефлектор разворачиваемой антенны". Рефлектор включает трансформируемый каркас, отражающую поверхность, механизм разворачивания и механизм фиксации. Трансформируемый каркас выполнен в виде основания (центральная часть каркаса) и закрепленных на нем поворотных балок (тяг), соединенных с механизмами фиксации балки в развернутом положении. Каждый из механизмов фиксации содержит фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующий с размещенными на основании упором (упорная пластина) и подпружиненным стопором. Стопор выполнен в виде подпружиненного шара, установленного с помощью кронштейна на основании. Отражающая поверхность включает центральное зеркало и жесткие боковые лепестки, каждое из которых закреплено на поворотной балке (тяге). Механизм разворачивания рефлектора содержит установленный на основании привод и связанное с ним ведущее колесо (зубчатое колесо).

В сложенном положении жесткие лепестки расположены вдоль оси симметрии рефлектора над поверхностью центрального зеркала антенны. Под действием механизма разворачивания лепестки переводятся в развернутое состояние и фиксируются в этом положении. Однако, вследствие недостаточной размеростабильности каркаса и недостаточной надежности фиксации лепестка в развернутом положении точность поверхности зеркала антенны не является достаточной для использования этого технического решения в антеннах большого диаметра (10 и более метров), предназначенных для работы в диапазонах 12 20 ГГц и выше. Кроме того, вследствие наличия в составе рефлектора большого числа механизмов разворачивания общая надежность разворачивания рефлектора невелика.

В качестве прототипа для технического решения "Трансформируемый каркас" выбран каркас по авт. свид. СССР 1795530 (МПК Н 01 Q 15/14). Каркас этого рефлектора содержит основание (центральную часть каркаса) и закрепленные на нем поворотные балки, выполненные с возможностью фиксации

относительно основания в развернутом положении. Поворотные балки по этому решению выполнены в форме тяг, соединенных с торцами боковых лепестков и установленных с возможностью поворота относительно основания и фиксации относительно него. Однако этот каркас не обладает достаточной размеростабильностью. Например при воздействии тепловых потоков консольно закрепленные на основании балки принимают дугообразную форму, вследствие этого искривляются и все соответствующие лепестки антенны, возникает большое отклонение конца лепестка от первоначального положения.

В качестве прототипа для технического решения "Механизм развертывания рефлектора" выбран механизм развертывания, приведенный в патенте США 4899167 (НКИ 343-915, МПК Н 01 Q 15/20, фиг. 3 и 3а), который включает установленный на основании рефлектора привод, связанное с ним и установленное вдоль оси симметрии рефлектора ведущее колесо и тяги, соединенные с поворотными балками рефлектора. В начальном положении тяги расположены в радиальном направлении по отношению к ведущему колесу, под действием привода ведущее колесо поворачивается и в конце развертывания тяги переводятся в положение, близкое к касательной к ведущему колесу. При этом происходит развертывание лепестков рефлектора. Однако при этой кинематической схеме механизма происходит ускоренное движение лепестка: минимальная скорость характерна для начала движения, а максимальная в конце развертывания, вследствие этого ухудшается точность развертывания. Кроме того, этот механизм нельзя использовать для развертывания рефлекторов с большим числом лепестков, так как в ограниченных габаритах нельзя расположить на ведущем колесе узлы соединения большого числа тяг и ведущего колеса, обеспечить при этом подход тяг к ведущему колесу по касательной.

В качестве прототипа для технического решения "Механизм фиксации" выбран механизм фиксации, приведенный в авт. свид. СССР 1795530 (МПК Н 01 Q 15/14). Этот механизм фиксации содержит фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующий с размещенными на основании упором и подпружиненным стопором. Фиксируемым элементом в этом техническом решении является пластина с клиновидной заходной частью, на ней размещена шарообразная опора. На основании антенны размещены упоры, выполненные в виде пазов для шарообразных опор. На основании размещен и стопор, выполненный в виде подпружиненного шара, с помощью кронштейна установленного на основании. При работе фиксируемый элемент отжимает стопор, при этом шарообразная опора входит в ответные пазы упора. Лицевая сторона шарообразной опоры взаимодействует при этом с упором. Стопор фиксирует фиксируемый элемент в заданном положении. Однако неточности изготовления механизма фиксации могут не обеспечить стабильность положения при вхождении шарообразных опор в пазы упора. Подобные

ошибки механизма могут также возникать вследствие температурных деформаций упорной пластины и элементов механизма, на которых установлены шаровые опоры. Кроме того, последовательное расположение упорной поверхности (паза), шарообразной опоры и пружины стопора обуславливает упругость всего механизма. Эти факторы приводят к недостаточной надежности механизма фиксации, его точности и жесткости.

Технической задачей, решаемой предлагаемым изобретением "Рефлектор развертываемой антенны", является разработка рефлектора развертываемой антенны, обеспечивающего минимальную вероятность отклонения контура зеркала рефлектора от теоретического обвода в условиях длительного космического полета, допускающего надежное трансформирование из сложенного положения в развернутое и фиксации в развернутом положении при минимальных габаритах в сложенном положении и минимальной массой конструкции.

Технической задачей, решаемой предлагаемым трансформируемым каркасом, является разработка размеростабильного в условиях длительного космического полета каркаса, отличающегося небольшими габаритами в сложенном положении и минимальной массой, допускающего надежное развертывание.

Технической задачей, решаемой предлагаемым механизмом развертывания рефлектора, является разработка механизма развертывания рефлектора с большим числом лепестков, обеспечивающего развертывание с большой точностью в условиях массово-габаритных ограничений.

Технической задачей, решаемой предлагаемым механизмом фиксации, является разработки механизма фиксации, обеспечивающего надежную фиксацию элементов конструкции.

Указанные задачи решаются следующим образом.

В известном рефлекторе развертываемой антенны, содержащем трансформируемый каркас, выполненный в виде основания и закрепленных на нем поворотных балок, соединенных с механизмами фиксации балки в развернутом положении, каждый из которых содержит фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующей с размещенными на основании упором и подпружиненным стопором, отражающую поверхность, включающую центральное зеркало и жесткие боковые лепестки, каждый из которых закреплен на поворотной балке, и механизм развертывания рефлектора, содержащий установленный на основании привод и соединенные с ним ведущее колесо, новым является то, что основание снабжено установленным на его торце кольцевым силовым шпангоутом, на котором соосно ему закреплено центральное зеркало, причем в боковой стенке шпангоута выполнены радиальные прорези, а на ее наружной поверхности расположены узлы крепления поворотных балок. Каждая балка при этом снабжена V-образным подкосом, состоящем из жестко соединенных друг с другом под тупым углом стержней, свободный конец одного из которых шарнирно закреплен на

поворотной балке, а на свободном конце другого расположен фиксируемый элемент с шарообразной опорой, причем вершина подкоса шарнирно соединена с дополнительным стержнем, другой конец которого шарнирно соединен с основанием через кольцевой шпангоут. Один из этих шарниров выполнен сферическим, а оси других параллельны оси поворота балки. Механизм разворачивания снабжен тягами, соединенными с поворотными балками, треугольными качалками, плоскости которых параллельны плоскости ведущего колеса, и рычагами, каждый из которых шарнирно закреплен по периферии ведущего колеса. Его ведущее колесо размещено внутри основания и установлено на кольцевом шпангоуте соосно оси симметрии рефлектора, а тяги пропущены сквозь прорези шпангоута и соединены с ведущим колесом посредством качалок. У каждой качалки один конец закреплен с возможностью поворота на основании, другой шарнирно соединен с тягой, а третий шарнирно со свободным концом рычага. Упор механизма фиксации выполнен в виде полого усеченного конуса, ось которого размещена в плоскости, перпендикулярной оси поворота балки.

Узлы крепления дополнительных стержней к основанию могут быть расположены по высоте основания между узлами крепления поворотных балок и узлами крепления к основанию упоров.

Кроме того, поворотные балки могут быть выполнены из прямолинейных колен, жестко соединенных под углом друг к другу, каждое из которых по крайней мере в одной точке соединено с боковым лепестком.

Кроме того, в развернутом положении оси стержней подкосов, на которых размещены фиксируемые элементы, могут быть расположены в плоскости перпендикулярной оси симметрии антенны.

Заявляемые технические решения на трансформируемый каркас, механизм разворачивания рефлектора и механизм фиксации представляют собой части заявляемого технического решения на рефлектор разворачиваемой антенны и могут быть использованы не только в нем, но и в составе других устройств или самостоятельно.

В известном трансформируемом каркасе, содержащем основание и закрепленные на нем поворотные балки, выполненные с возможностью фиксации относительно основания в развернутом положении, новым является то, что каждая балка снабжена V-образным подкосом, состоящим из жестко соединенных друг с другом под тупым углом стержней, свободный конец одного из которых шарнирно закреплен на поворотной балке, а свободный конец другого снабжен средством фиксации балки на основании. При этом вершина подкоса шарнирно соединена с дополнительным стержнем, другой конец которого шарнирно соединен с основанием. Один из этих шарниров выполнен сферическим, а оси других параллельны оси поворота балки.

Дополнительный стержень может быть выполнен с возможностью поворота его концов относительно друг друга вокруг его продольной оси, а шарнир крепления подкоса к поворотной балке при этом может быть

выполнен сферическим.

Кроме того, основание каркаса может быть выполнено термостатированным.

В известном механизме разворачивания рефлектора, содержащем установленный на основании рефлектора привод, связанный с ним и установленный вдоль оси симметрии рефлектора ведущее колесо и тяги, соединенные с поворотными балками рефлектора, новым является то, что он снабжен треугольными качалками, плоскости которых параллельны плоскости ведущего колеса, и рычагами, каждый из которых шарнирно закреплен по периферии ведущего колеса. Ведущее колесо помещено внутри основания, тяги поворотных балок соединены с ведущим колесом посредством качалок. У каждой качалки один конец закреплен с возможностью поворота на основании, другой шарнирно соединен с тягой, а третий шарнирно с свободным концом рычага.

Кроме того, привод может быть связан с ведущим колесом с помощью двух тросов, первые концы которых закреплены на ободе ведущего колеса по разные стороны от выходного вала привода, а вторые закреплены на выходном валу привода, при этом тросы намотаны на выходном валу привода в противоположных направлениях.

Механизм разворачивания может быть снабжен установленной на основании концентрично ведущему колесу кольцевой опорой, на внутренней поверхности которой, обращенной к ведущему колесу, выполнены направляющие поверхности, а ведущее колесо снабжено расположенными на его ободе роликами, взаимодействующими с направляющими поверхностями кольцевой опоры.

В известном механизме фиксации, содержащем фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующий с размещенными на основании упором и подпружиненным стопором, новым является то, что упор выполнен в виде полого усеченного конуса, в боковой поверхности которого выполнены прорези. Стопор выполнен в виде зачехленного серповидного клина, установленного с возможностью поворота, заходящего в расчехленном состоянии в прорези опоры с возможностью охвата тыльной стороны опоры.

Тыльная сторона опоры может быть выполнена в виде цилиндра, ось которой параллельна оси поворота стопора.

Поверхность серповидного клина, взаимодействующая с опорой, может быть выполнена в виде цилиндрической поверхности, в качестве направляющей которой использована логарифмическая спираль.

Кроме того, серповидный клин может быть выполнен в виде вилки с двумя изогнутыми зубьями.

Совокупность сформулированных признаков позволяет создать рефлектор разворачиваемой антенны, обеспечивающий минимальную вероятность отклонения контура зеркала рефлектора от теоретического обвода в условиях длительного космического полета, допускающего надежное трансформирование из сложенного положения в развернутое и фиксацию в развернутом положении при минимальных габаритах в сложенном

положении и минимальной массе конструкции.

Надежное раскрытие рефлектора обеспечивается характером выполнения подвижных соединений, обеспечивающих трансформацию рефлектора из сложенного положения в развернутое и последующую фиксацию его в развернутом положении. Шарнирное закрепление на основании и в вершине подкоса дополнительного стержня, в сочетании с шарнирным закреплением V-образного подкоса на поворотной балке вместе с условием параллельности этих шарниров оси поворота радиальной балки обеспечивает возможность трансформирования каркаса, а выполнение одного из этих шарниров сферическим обеспечивает парирование каркасом в процессе развертывания неточностей изготовления. Использование для развертывания каркаса ведущего колеса, расположенного внутри основания вдоль оси симметрии рефлектора, и соединено с ним через рычаги и качалки поворотных балок, обеспечивает синхронность развертывания лепестков. Кроме того, наилучшие условия надежной фиксации каркаса на основании после развертывания, обеспечиваются при использовании конусной формы упора с осью, размещенной в плоскости, перпендикулярной оси поворота балки. Эти особенности рефлектора обеспечивают надежное его раскрытие.

Поворотная балка бокового лепестка в сочетании с V-образным подкосом, один конец которого выполнен с возможностью фиксации на основании, и дополнительным стержнем образует размеростабильный силовой набор. В случае неравномерного теплового нагрева поверхности зеркала большая жесткость полученного каркаса в направлении параллельном оси симметрии антенны обуславливает минимальные температурные деформации каркаса и зеркала. Этот эффект усиливается за счет разнесения по высоте основания узла крепления поворотной балки, узла фиксации на основании V-образного подкоса и узла крепления дополнительного подкоса.

При решении задачи создания рефлектора с минимальными отклонениями отражающей поверхности от теоретического профиля рефлектора существенную роль играют и конструктивные особенности механизма фиксации. Вне зависимости от случайных отклонений в процессе раскрытия из-за неточности механизма развертывания и из-за температурных деформаций все лепестки и их каркасы гарантированно подтянутся на свои места. Это достигается за счет затягивания шарообразных опор в упоры основания серповидными клиньями механизма фиксации.

Особенности выполнения основных составных частей трансформируемого каркаса, механизма развертывания и механизма фиксации и их взаимоположения обеспечивают минимальные габариты и минимальную массу рефлектора. Включение в конструкцию основания кольцевого силового шпангоута с размещением на его наружных поверхностях узлов крепления поворотных балок и дополнительных стержней в сочетании с установкой на его внутренней поверхности ведущего колеса механизма

развертывания обеспечивает восприятие статических и динамических нагрузок от каркаса при выделении антенны на орбиту искусственного спутника Земли (ОИСЗ) и в процессе раскрытия каркаса с минимальными затратами массы конструкции, а также необходимую жесткость и размеростабильность раскрытого рефлектора на ОИСЗ. При этом выполняется и условие минимизации габаритов рефлектора.

Наиболее целесообразно так выбирать размеры основных формообразующих элементов рефлектора, чтобы оси колен V-образных подкосов, на которых расположены опоры, в развернутом положении располагались в плоскости, перпендикулярной оси симметрии рефлектора: в этом случае выполняются требования по минимальной массе рефлектора и требования минимальных его габаритов в сложенном положении.

Выполнение поворотных балок из прямолинейных колен, жестко соединенных под углом друг к другу, каждое из которых по крайней мере в одной точке соединено с боковым лепестком, обеспечивает при минимальных затратах массы большую точность отражающей поверхности. Для сравнительно простых в изготовлении прямолинейных колен удается реализовать наиболее высокие параметры по отклонениям отражающей поверхности от теоретического профиля.

Минимальная масса конструкции рефлектора и каркаса развертываемого рефлектора, его размеростабильность достигается за счет наличия в составе конструкции дополнительного стержня, соединенного с основанием и подкосом, разнесения по высоте основания узлов крепления поворотной балки, стержня и узлов фиксации на основании подкосов в указанной последовательности за счет выполнения шарнира крепления V-образного подкоса к поворотной балке сферическим. В этом случае реализуется ферменная конструкция, которая оптимальным образом воспринимает продольные нагрузки, воздействующие на нее, например при выведении антенны в сложенном положении на орбиту, а в раскрытом положении обладает большой жесткостью и размеростабильностью. Для обеспечения размерной стабильности ферменной конструкции достаточно, чтобы стержни, составляющие ее стабильно сохраняли только один параметр-длину, поэтому для элементов фермы удается подобрать материалы в наибольшей степени соответствующие решаемой задаче.

Совокупность сформулированных признаков позволяет разработать трансформируемый размеростабильный в условиях длительного космического полета каркас, отличающийся минимальными габаритами в сложенном положении и небольшой массой, допускающего надежное развертывание.

Поворотная балка с V-образным подкосом, один конец которого выполнен с возможностью фиксации на основании, и дополнительным стержнем образует размеростабильный силовой набор. В случае неравномерного теплового нагрева большая жесткость полученного каркаса в направлении параллельном плоскости подкоса

обуславливает минимальные температурные деформации каркаса.

Надежное раскрытие каркаса обеспечивается и характером выполнения подвижных соединений, обеспечивающих трансформацию каркаса из сложенного положения в развернутое и последующую фиксацию его в развернутом положении. Шарнирное закрепление на основании и в вершине подкоса дополнительного стержня, в сочетании с шарнирным закреплением V-образного подкоса на поворотной балке вместе с условием параллельности этих шарниров оси поворота поворотной балки обеспечивает возможность трансформирования каркаса, а выполнение одного из этих шарниров сферическим обеспечивает парирование каркасом в процессе разворачивания неточностей его изготовления. Этот эффект усиливается при выполнении дополнительного стержня с возможностью поворота его концов друг относительно друга вокруг его продольной оси, а шарнира крепления подкоса к поворотной балке сферическим.

Важную роль в обеспечении размеростабильности каркаса выполняет и термостабилизация основания: это дает возможность значительно снизить требования к материалам, из которых выполнено основание, и использовать, традиционные для космической техники алюминиевые сплавы.

Совокупность сформулированных признаков позволят разработать механизм разворачивания рефлектора с большим числом лепестков, обеспечивающего разворачивание с большой точностью в условиях массово-габаритных ограничений.

Соединение тяг механизма разворачивания с ведущим колесом посредством шарнирно соединенных друг с другом рычагов и качалок позволяет реализовать кинематическую схему, оптимальную для использования в космических условиях. Включение в нее треугольной качалки дает возможность расположить тяги максимально близко по касательной к ведущему колесу с целью полного использования момента вращения на ведущем колесе. Реализация этой кинематической схемы обеспечивает также возможность размещения тяги относительно ведущего колеса под углами, близкими к 90 градусам, в течение всего периода движения ведущего колеса. Это дает возможность создать механизм, способный разворачивать большое число лепестков, так как тяги лепестков свободно стыкуются через небольшого размера качалки и рычаги с ведущим колесом при небольших габаритах и массе основных элементов. Несмотря на достаточно большой диаметр ведущего колеса, масса его сравнительно невелика, так как оно может быть выполнено в виде полого кольца небольшого поперечного сечения. Механизм удобно размещается по периферии внутренней поверхности основания, занимает небольшой объем при надежной жесткости и прочности имеет небольшую массу. Закрепление одного из концов треугольной качалки с возможностью поворота на основании придает механизму дополнительную жесткость. Это повышает точность механизма.

Особенности соединения привода с

ведущим колесом с помощью двух тросов и установки ведущего колеса в кольцевой опоре внутри основания также снижает габариты и массу механизма.

5 Совокупность сформулированных признаков позволяет создать механизм фиксации, отличающийся надежным креплением элементов и небольшими габаритами.

10 Это достигается за счет выполнения шарообразной опоры с лицевой стороной, контактирующей с конусным упором, а тыльной стороной со стопором, выполненным в виде зачеканенного серповидного клина. Подпружиненный серповидный клин, в расчехленном состоянии заходя в прорези упора, надежно прижимает за счет сил трения опору к упору, выбирая при этом неточности срабатывания при подаче фиксируемого элемента во внутреннюю полость опоры и неточности, обусловленные тепловыми деформациями. Кроме того, создается необходимая, достаточно высокая жесткость соединяемых элементов. Выполнение упора в форме конуса обеспечивает надежный захват опоры фиксируемого элемента в процессе его пространственного движения, что в сочетании с наличием прорезей в его боковой поверхности для доступа стопора к опоре обеспечивает небольшие габариты устройства.

25 Тыльную сторону опоры наиболее целесообразно выполнять в форме цилиндрической поверхности, ось которой параллельна оси поворота стопора, что дает наилучшие условия для заклинивания взаимодействующих поверхностей.

30 Внутреннюю поверхность серповидного клина, взаимодействующую с тыльной стороной опоры, целесообразно выполнять в форме цилиндрической поверхности, в качестве направляющей которой использована логарифмическая спираль. В этом случае для процесса заклинивания характерна стабильность зажимного усилия.

35 Фиксация соединяемых элементов происходит особенно надежно при выполнении серповидного клина в виде вилки с двумя зубьями.

40 Сущность предлагаемых технических решений иллюстрируется следующими чертежами: фиг. 1 изометрическое изображение рефлектора в сложенном положении; фиг. 2 рефлектор в развернутом положении; фиг. 3 взаимное положение основных частей рефлектора в сложенном и развернутом положении; фиг. 4 продольный разрез рефлектора и механизма разворачивания; фиг. 5 сечение верхнего торца основания (механизм разворачивания не показан); фиг. 6 сечение нижнего торца основания; фиг. 7 изометрическое изображение трансформируемого каркаса в разложенном положении; фиг. 8 узел крепления поворотной балки; фиг. 9 дополнительный стержень с поперечным разрезом; фиг. 10 механизм разворачивания, вид сверху; фиг. 11 узел крепления качалки к ведущему колесу, фиг. 12 узел крепления ведущего колеса к кольцевой опоре, фиг. 13 схема механизма фиксации; фиг. 14 15 стопор; фиг. 16 опора и фиксируемый элемент.

Предлагаемый рефлектор разворачиваемой антенны устроен следующим

образом.

Рефлектор содержит трансформируемый каркас, отражающую поверхность, механизм фиксации каждого лепестка и механизм разворачивания.

Отражающая поверхность содержит центральное зеркало 1 и боковые лепестки 2.

Трансформируемый каркас содержит основание 3, поворотные балки 4, V-образные подкосы 5 и дополнительные стержни 6. Основание 3, может быть выполнено в виде цилиндра. Основание снабжено кольцевым силовым шпангоутом 7, установленным на торце основания. В боковой стенке шпангоута выполнены радиальные прорезы 8.

Поворотные балки 4 установлены на наружной поверхности силового кольцевого шпангоута 7 с возможностью поворота относительно основания (поз. 9-ось поворота балки относительно основания) и фиксации относительно него в развернутом положении. В развернутом положении поворотные балки размещены относительно кольцевого шпангоута по радиальному направлению: их продольные оси расположены в плоскостях, проходящих через ось кольцевого шпангоута и ось симметрии рефлектора. Положение оси поворота 9 балки относительно основания определяется особенностями требуемого пространственного поворота бокового лепестка из сложенного положения в развернутое. Так при переводе бокового лепестка из сложенного положения над центральным зеркалом при диаметре рефлектора 10 14 м с цилиндрическим основанием диаметром от одного до трех метров при наличии 27 боковых лепестков рефлектора, эту ось удобно разместить следующим образом: расстояние от оси симметрии рефлектора до узла вращения балки 1200 1500 мм, проекция оси поворота на плоскость, перпендикулярную оси симметрии рефлектора, направлена под углом 75 80 градусов к проекции оси балки, а в плоскости, проходящей через ось балки и ось симметрии рефлектора, угол между проекцией оси поворота на эту плоскость и осью симметрии рефлектора лежит в диапазоне 30 40 градусов.

Центральное зеркало 1 отражающей поверхности соосно закреплено на силовом кольцевом шпангоуте 7. Боковые лепестки 2 отражающей поверхности закреплены на поворотных балках 4. При этом, как показано на фиг. 3, поворотные балки могут быть выполнены из прямолинейных колен, жестко соединенных под углом друг к другу, каждое из которых по крайней мере в одной точке соединено с боковым лепестком.

V-образный подкос (фиг. 7) состоит из двух жестко соединенных под тупым углом стержней 10 и 11. Свободный конец стержня 11 шарнирно закреплен на поворотной балке с помощью шарнира 12, на свободном конце другого стержня 10 размещен фиксируемый элемент 13 механизма фиксации.

К вершине V-образного подкоса шарнирно присоединен дополнительный стержень 6 (поз. 14 ось шарнира соединения дополнительного стержня к вершине V-образного подкоса), другой его конец шарнирно закреплен на наружной поверхности силового кольцевого шпангоута 7 основания (поз. 15 ось шарнира крепления дополнительного стержня к основанию).

Один из шарниров 12, 14 или 15 выполнен сферическим. Оси двух других шарниров расположены параллельно оси поворота 9 балки. На фиг. 7 показано выполнение сферическим шарнира крепления V-образного подкоса к поворотной балке, а оси шарниров соединения дополнительного стержня к подкосу и основанию параллельны оси поворота балки.

Механизм разворачивания рефлектора содержит привод 16, ведущее колесо 17, тяги 18, рычаги 19, треугольные качалки 20. Привод, в качестве которого наиболее целесообразно использовать электродвигатель, установлен на основании рефлектора. Ведущее колесо 17 механизма установлено соосно оси симметрии рефлектора, помещено внутри основания и соединено с кольцевым силовым шпангоутом. Ведущее колесо может быть установлено с помощью установочных элементов 21, 22, 23 и кольцевой силовой опоры 24. Ведущее колесо соединено с приводом с помощью передачи, в качестве которой может быть использована зубчатая передача или рассматриваемая ниже передача с использованием системы тросов 25, 26. Тяги 18 соединены с поворотными балками 4 рефлектора и пропущены сквозь прорезы 8 шпангоута. По периферии ведущего колеса с помощью шарниров 27 закреплены рычаги. Треугольные качалки 20 закреплены на основании, их плоскости параллельны плоскости ведущего колеса. На фиг. 11 показан вариант закрепления качалки на основании через кольцевую опору 24. У каждой качалки один конец закреплен с помощью шарнира 28 с возможностью поворота на основании, другой с помощью шарнира 29 соединен с тягой, а третий с помощью шарнира 30 со свободным концом рычага.

Рефлектор снабжен однотипными механизмами фиксации балки в развернутом положении, число которых равно числу используемых поворотных балок.

Каждый механизм фиксации содержит фиксируемый элемент 13 с шарообразной опорой 31, размещенный на основании упор 32, взаимодействующий с опорой 31 и подпружиненный стопор 33. Упор выполнен в виде полого усеченного конуса, ось 34 которого размещена в плоскости, перпендикулярной оси поворота балки 9. Стопор выполнен подпружиненным, например, с помощью растянутой пружины 35, один конец которой закреплен на основании 3, а другой связан со стопором 33. Во взведенном состоянии пружина растянута, а стопор зафиксирован с помощью чеки 36 на основании 3. Фиксируемый элемент 13 с шарообразной опорой размещен на свободном конце V-образного подкоса 5.

Узлы крепления к основанию поворотных балок, дополнительных стержней и упоров удобно размещать по высоте основания так, что узлы крепления дополнительных стержней к основанию располагались по строительной высоте основания между узлами крепления балок и упоров.

Целесообразно выполнять балки из прямолинейных колен, жестко соединенных под углом друг к другу, при этом каждое из них, по крайней мере, в одной точке соединено с боковым лепестком, как показано

на фиг. 3.

Наиболее целесообразно выбирать размеры конструктивных элементов рефлектора так, чтобы в развернутом положении оси стержней подкосов, на которых размещены фиксируемые элементы, были расположены в плоскости, перпендикулярной оси симметрии рефлектора, как показано на фиг. 2.

В качестве материалов для конструкции рефлектора могут быть указаны следующие: отражающую поверхность зеркала наиболее целесообразно изготовить из углепластика, элементы каркаса из углепластика, инвара, титана, элементы механизма фиксации из конструкционных алюминиевых сплавов, титановых сплавов, стали.

Предлагаемый трансформируемый каркас устроен следующим образом.

Каркас содержит основание 3, поворотные балки, V-образные подкосы 5 и дополнительные стержни 6. Основание, как показано на фиг. 1 и 2, может быть выполнено в виде цилиндра. Оно может быть выполнено также в виде призмы с числом граней, равным числу балок или в форме ферменной конструкции. Возможно выполнение основания в виде плоской поверхности.

Поворотные балки установлены на основании с возможностью поворота относительно него (поз. 9-ось поворота балки относительно основания) и фиксации относительно него в развернутом положении.

Каждая балка снабжена V-образным подкосом, состоящем из двух стержней 10 и 11, жестко соединенных под тупым углом друг к другу. Свободный конец одного подкоса шарнирно закреплен на поворотной балке (поз. 12-шарнир крепления V-образного подкоса к поворотной балке), свободный конец другого снабжен средством фиксации к основанию. Средство фиксации к основанию обеспечивает возможность фиксации поворотной балки на основании без перемещений и поворотов подкоса относительно основания. Конструктивные особенности его определяются типом используемого механизма фиксации, например, с использованием фиксируемого элемента рассматриваемого ниже механизма фиксации. Фиксация подкоса, а, следовательно, и поворотной балки, к основанию может быть осуществлена и с использованием механизма типа цанги.

К вершине V-образного подкоса шарнирно присоединен дополнительный стержень 6 (поз. 14-ось шарнира соединения дополнительного стержня к подкосу), другой его конец шарнирно закреплен на основании (поз. 15-ось шарнира крепления стержня к основанию). Оси шарниров 15 крепления дополнительного стержня к основанию, дополнительного стержня к подкосу (поз. 14-ось поворота дополнительного стержня к подкосу), подкоса к поворотной балке (поз. 12-ось поворота подкоса относительно поворотной балке) параллельны оси 9 поворота балки относительно основания. Пространственное положение оси поворота балки относительно основания определяется особенностями требуемого пространственного поворота. Так, при использовании каркаса в конструкции разворачиваемого рефлектора диаметром 10 м с цилиндрическим основанием возможно ее

пространственное положение рассмотрено выше.

Один из шарниров 12, 14, 15 выполняется сферическим. Наиболее целесообразно выполнять сферическим шарнир соединения подкоса с поворотной балкой, как показано на фиг. 7, а дополнительный стержень выполнять при этом с возможностью поворота его концов относительно друг друга вокруг его продольной оси. Это может быть достигнуто конструктивным исполнением дополнительного стержня, показанном на фиг. 9. Дополнительный стержень выполнен разъемным по плоскости, перпендикулярной его продольной оси 37. С помощью болтового соединения 38 две половины стержня соединены. При этом две половины стержня (два конца) могут поворачиваться друг относительно друга вдоль его продольной оси.

Основание каркаса выполнено термостатированным, т.е. снабжено элементами, обеспечивающими его температурный режим в узких пределах. Это может быть достигнуто размещением на основании средств терморегулирования.

Наиболее простым способом термостатирования основания в космических условиях на ОИСЗ может быть размещение на основании термодатчиков, термонагревателей и экрановакуумной теплоизоляции. Для больших космических конструкций могут быть применены и активные газо- и жидкостные системы терморегулирования, тепловые трубы и т.д.

В качестве материалов для изготовления элементов каркаса при больших требованиях к его размеростабильности могут быть использованы углепластики, инвар, титановые сплавы.

Предлагаемый механизм разворачивания рефлектора устроен следующим образом. Механизм содержит привод 16, ведущее колесо 17, тяги 18, рычаги 19, треугольные качалки 20. Привод 16, в качестве которого наиболее целесообразно использовать электродвигатель, установлен на основании 3 рефлектора. Ведущее колесо механизма установлено вдоль оси симметрии рефлектора, помещено внутри основания и соединено с приводом с помощью передачи, в качестве которой может быть использована зубчатая передача или рассматриваемая ниже передача с использованием системы тросов 25, 26. Ведущее колесо установлено на основании с помощью кольцевой опоры 24. Тяги 18 соединены с поворотными балками 4 рефлектора. По периферии ведущего колеса шарнирно закреплены рычаги 19 (поз. 27-ось поворота шарнира крепления рычага к ведущему колесу). Треугольные качалки 20 закреплены на основании 3, их плоскости параллельны плоскости ведущего колеса 17. На фиг. 4 показан вариант закрепления качалки на основании 3 через кольцевую опору 24. У каждой качалки один конец 28 закреплен с возможностью поворота на основании, другой 29-шарнирно соединен с тягой, а третий 30 шарнирно со свободным концом рычага.

Соединение привода с ведущим колесом целесообразно выполнять с помощью двух тросов 25 и 26. Первые концы этих тросов закреплены на ободе ведущего колеса по разные стороны от выходного вала 39

привода. Вторые концы тросов закреплены на выходном валу привода, при этом тросы намотаны на выходной вал привода в противоположных направлениях.

Установку ведущего колеса на основании целесообразно выполнять с помощью кольцевой опоры 24. Она установлена на основании внутри него концентрично ведущему колесу. На ее внутренней поверхности, обращенной к ведущему колесу, выполнены направляющие поверхности 40 и 41. Направляющие поверхности удобно ориентировать по плоскости, перпендикулярной оси симметрии рефлектора, и по цилиндрической поверхности, концентричной ободу ведущего колеса. Ведущее колесо снабжается при этом роликами 42, 43, взаимодействующими с направляющими поверхностями. Ролики, как показано на фиг. 11, 12, выполнены в виде подшипников качения с осями, расположенными вдоль радиуса ведущего колеса и в направлении оси симметрии рефлектора.

Предлагаемый механизм фиксации (фиг. 6, 13, 14, 15, 16) устроен следующим образом.

Механизм фиксации содержит фиксируемый элемент 13 с шарообразной опорой 31, взаимодействующий с размещенным на основании упором 32, и подпружиненный стопор 33. Стопор закреплен на основании и выполнен с возможностью поворота относительно основания (поз. 44-ось поворота стопора относительно основания). Он выполнен в виде серповидного клина: радиус его внутреннего торца 45 монотонно уменьшается с увеличением углового расстояния от острия. Стопор выполнен взаимодействующим с тыльной стороной 46 опоры. Упор механизма фиксации выполнен в виде полого усеченного конуса. В боковой поверхности конуса выполнены прорезы 47. Стопор выполнен подпружиненным, например с помощью растянутой пружины 35, один конец которой закреплен на основании 3, а другой связан со стопором 33. Во взведенном состоянии пружина растянута, а стопор зафиксирован с помощью чеки 36 на основании.

На фиг. 16 показано выполнение тыльной стороны опоры в виде цилиндрической поверхности, ось которой параллельна оси поворота 44 стопора.

Внутреннюю рабочую поверхность 45 стопора, контактирующую с тыльной стороной опоры 46, целесообразно выполнять в виде цилиндрической поверхности, в качестве направляющей которой использована логарифмическая спираль. Эта цилиндрическая поверхность образуется прямой линией, перемещаемой в пространстве параллельно заданному направлению вдоль логарифмической спирали. Характерной особенностью этой кривой является то, что она пересекает все лучи, выходящие из ее центра под одним и тем же углом, что обеспечивает равномерное усилие заклинивания.

На фиг. 14, 15 показан вариант выполнения механизма фиксации, который включает выполнение стопора в виде вилки с двумя параллельными серповидными зубьями 48 и 49. При этом опора соединена с фиксируемым элементом с помощью штока 50, а тыльная сторона опоры представляет

собой два фрагмента цилиндрической поверхности, размещенные по двум сторонам от штока, каждый из которых взаимодействует с соответствующим ей зубом вилки. Возможно выполнение клина и с одной рабочей поверхностью (одним зубом).

В качестве материалов для изготовления механизма фиксации могут быть указаны следующие: конструкционные алюминиевые сплавы, титановые сплавы, сталь.

Предлагаемый рефлектор развертываемой антенны работает следующим образом.

В сложенном положении поворотные балки с присоединенными к ним боковым лепестками отражательной поверхности уложены над центральным зеркалом. Подкосы каркаса и дополнительные стержни уложены с тыльной стороны отражательной поверхности. В таком положении, обеспечивающем минимальные габариты рефлектора, он транспортируется и выводится на орбиту под обтекателем ракеты-носителя.

В процессе выделения на ОИСЗ стопы механизмов фиксации с помощью чек закреплены у основания и находятся во взведенном состоянии. При этом пружины находятся во взведенном состоянии, а внутренняя полость упора свободна для подачи в нее опоры фиксируемого элемента.

После выведения рефлектора на ОИСЗ по команде начинается процесс разворачивания каркаса. По команде на привод он начинает вращаться и вращательный момент передается на ведущее колесо. При работе привода система рычагов и тяг передает усилие на поворотные балки, которые приходят в движение и синхронно раскрываются. В случае заклинивания одной из поворотных балок, другие балки приостанавливают движение и вращательный момент концентрируется на заклинившейся балке. После преодоления заклинивания продолжается поворот всех балок. Кинематическая схема обеспечивает снижение скорости движения балок в конце поворота и балки с высокой точностью приходят в конечное положение. Под действием привода ведущее колесо поворачивается и поворотные балки переводятся в развернутое положение. Параллельность осей шарниров соединения подкоса к основанию, дополнительного стержня к поворотной балке и подкоса оси поворота балки дает возможность осуществить этот поворот. Наличие сферического шарнира в конструкции парирует неточности изготовления конструкции и деформации, возникающие при выведении каркаса на ОИСЗ.

После разворачивания каркаса подкос с помощью средств фиксации фиксируется на основании.

В процессе разворачивания концы подкосов с расположенными на их концах шарообразными опорами попадают во внутренние полости упоров. После попадания опоры фиксируемого элемента во внутреннюю полость упора под действием подающего усилия, воздействующего на каркас от механизма разворачивания, фиксируемый элемент, за счет сужающихся боковых стенок упора опора центрируется относительно оси упора. При этом лицевая

сторона опоры взаимодействует (контактирует) с упором или устанавливается относительно него с некоторым зазором после окончания воздействия на фиксируемый элемент подающего усилия. После окончания подачи опоры в полость упора по команде освобождается чека. Под действием пружины стопор поворачивается относительно его оси, его внутренняя поверхность входит в контакт с тыльной стороной опоры. За счет клинообразности стопора под действием пружины стопор зажимает опору в упоре. При этом фиксируемый элемент жестко фиксируется относительно основания. В случае наличия зазоров между опорой и внутренней поверхностью упора зазоры при этом выбираются.

В случае воздействия на рефлектор тепловых или механических нагрузок деформация балки ограничивается за счет дополнительной опоры, образованной подкосом, соединенным с основанием. Неизменное положение точки крепления подкоса к балке обеспечивается стабильностью его размеров, что достигается специальным выбором материалов для элементов конструкции каркаса.

Оценки показывают, что использование рефлектора разворачиваемой антенны приведенного типа позволяет разработать антенну диаметром 10-14 см с предельными отклонениями отражающей поверхности теоретического профиля антенны в пределах 2 мм на боковых лепестках и 0,6-0,9 мм на центральном зеркале.

Предлагаемый трансформируемый каркас работает следующим образом.

В сложенном положении поворотные балки с присоединенными к ним подкосами находятся по отношению к основанию в положении близком к параллельному строительной высоте основания. В таком положении, обеспечивающем минимальные габариты каркаса, он транспортируется и выводится на орбиту под обтекателем ракеты-носителя.

После выведения каркаса на ОИСЗ по команде начинается процесс разворачивания каркаса. Под действием привода балки переводятся в развернутое положение. Параллельность осей шарниров соединения подкоса к поворотной балке, дополнительного стержня к основанию и подкосу оси поворота балки дает возможность осуществить этот поворот. Наличие сферического шарнира в конструкции в сочетании с возможностью поворота концов стержня друг относительно друга вокруг продольной оси стержня парирует неточности изготовления конструкции и деформации, возникающие при выведении каркаса на ОИСЗ. После разворачивания каркаса подкос с помощью средств фиксации фиксируется на основании.

В случае воздействия на каркас тепловых или механических нагрузок деформация балки ограничивается за счет дополнительной опоры, образованной подкосом, соединенным с основанием. Неизменное положение точки крепления подкоса к балке обеспечивается стабильностью его размеров, что достигается специальным выбором материалов для элементов конструкции каркаса и термостатированием основания. Так при

уменьшении температуры основания, регистрируемое термодатчиками, до недопустимого уровня включается термонагреватели, приводя тепловой режим основания в заданные пределы. Экранновакуумная теплоизоляция изолирует основание от внешних тепловых потоков. Для основания с приведенными выше габаритами можно указать температурный диапазон в пределах от 10 до 20 градусов Цельсия, как диапазон, обеспечивающий при выполнении элементов конструкции каркаса из углепластика и инвара, отклонение поворотной балки от теоретического положения не более, чем на 2 мм в направлении оси симметрии рефлектора.

Предлагаемый механизм разворачивания рефлектора работает следующим образом.

После выведения рефлектора на орбиту ИСЗ по команде на привод он начинает вращаться, и вращательный момент передается на ведущее колесо. В случае использования в соединении привода с ведущим колесом системы тросов при вращении выходного вала один из тросов разматывается, а другой наматывается на выходной вал и передает вращательный момент ведущему колесу. При использовании кольцевой опоры в конструкции механизма разворачивания ролики ведущего колеса катятся по направляющим поверхностям опоры. При выведении рефлектора на ОИСЗ инерционная нагрузка от ведущего колеса через систему роликов передается на кольцевую опору и на основание. Система рычагов и тяг передает усилие на поворотные балки, которые приходят в движение и синхронно раскрываются. В случае заклинивания одной из поворотных балок, другие балки приостанавливают движение и вращательный момент концентрируется на заклинившейся балке. После преодоления заклинивания продолжается поворот всех балок.

Предлагаемый механизм фиксации работает следующим образом. Во взведенном состоянии стопор с помощью чеки закреплен у основания. При этом пружина находится во взведенном состоянии, а внутренняя полость упора свободна для подачи в нее опоры фиксируемого элемента. После попадания опоры фиксируемого элемента во внутреннюю полость упора под действием подающего усилия, воздействующего на фиксируемый элемент, за счет сужающихся боковых стенок упора опора центрируется относительно оси упора. При этом ее лицевая сторона взаимодействует (контактирует) с упором или устанавливается относительно него с некоторым зазором после окончания воздействия на фиксируемый элемент подающего усилия. После окончания подачи опоры в полость упора по команде срабатывает чека, освобождая стопор. Под действием пружины стопор поворачивается относительно его оси, его внутренняя поверхность входит в контакт с тыльной стороной опоры. За счет клинообразности стопора под действием пружины стопор зажимает опору в упоре. При этом фиксируемый элемент жестко фиксируется относительно основания. В случае наличия зазоров между опорой и внутренней поверхностью упора зазоры при этом

выбираются.

Расчеты показывают, что надежность фиксации предлагаемого механизма высока.

Наиболее целесообразно использовать предлагаемый рефлектор развращаемой антенны в конструкциях больших космических антенн спутников связи и космических радиотелескопов астрофизических космических аппаратов с диаметром отражательной поверхности антенны в развращенном положении более 10 м.

Предлагаемые трансформируемый каркас и механизм развращения могут быть использованы в конструкции параболических антенн космического назначения диаметром более 10 м с большим числом боковых лепестков, антенных фазированных решеток. Возможно использование предлагаемых трансформируемого каркаса и механизма развращения предлагаемых типов и в крупногабаритных космических конструкциях другого назначения типа панелей солнечных батарей, концентраторах солнечной энергии, радиаторах систем терморегулирования большой площади.

Предлагаемый механизм фиксации может быть использован в конструкции космических аппаратов для жесткого соединения различных его элементов: трансформируемых антеннах большого диаметра, раскладываемых антенных фазированных решетках и т.д.

Предлагаемые устройства в промышленных условиях могут быть изготовлены на предприятиях, разрабатывающих и изготавливающих космические аппараты.

#### Формула изобретения:

1. Рефлектор развращаемой антенны, содержащий трансформируемый каркас, выполненный в виде основания и закрепленных на нем поворотных балок, соединенных с механизмами фиксации балки в развращенном положении, каждый из которых содержит фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующий с размещенными на основании упором и подпружиненным стопором, отражающую поверхность, включающую центральное зеркало и жесткие боковые лепестки, каждый из которых закреплен на поворотной балке, и механизм развращения рефлектора, содержащий установленный на основании привод и соединенное с ним ведущее колесо, отличающийся тем, что основание снабжено установленным на его торце кольцевым силовым шпангоутом, на котором соосно ему закреплено центральное зеркало, причем в боковой стенке шпангоута выполнены радиальные прорези, а на ее наружной поверхности расположены узлы крепления поворотных балок, при этом каждая балка снабжена V-образным подкосом, состоящим из жестко соединенных друг с другом под тупым углом стержней, свободный конец одного из которых шарнирно закреплен на поворотной балке, а на свободном конце другого расположен фиксируемый элемент с шарообразной опорой, причем вершина подкоса шарнирно соединена с дополнительным стержнем, другой конец которого шарнирно соединен с основанием через кольцевой шпангоут, причем один из этих шарниров выполнен сферическим, а оси других параллельны оси поворота балки, при

этом механизм развращения снабжен тягами, соединенными с поворотными балками, треугольными качалками, плоскости которых параллельны плоскости ведущего колеса, и рычагами, каждый из которых шарнирно закреплен по периферии ведущего колеса, причем ведущее колесо размещено внутри основания и установлено на кольцевом шпангоуте соосно оси симметрии рефлектора, а тяги пропущены сквозь прорези шпангоута и соединены с ведущим колесом посредством качалок, при этом у каждой качалки один конец закреплен с возможностью поворота на основании, другой шарнирно соединен с тягой, а третий шарнирно со свободным концом рычага, упор выполнен в виде полого усеченного конуса, ось которого размещена в плоскости, перпендикулярной оси поворота балки.

2. Рефлектор по п.1, отличающийся тем, что узлы крепления дополнительных стержней к основанию расположены по высоте основания между узлами крепления поворотных балок и узлами крепления к основанию упоров.

3. Рефлектор по п.1, отличающийся тем, что поворотные балки выполнены из прямолинейных колен, жестко соединенных под углом друг к другу, каждое из которых по крайней мере в одной точке соединено с боковым лепестком.

4. Рефлектор по п.1, отличающийся тем, что в развращенном положении оси стержней подкосов, на которых размещены фиксируемые элементы, расположены в плоскости, перпендикулярной оси симметрии антенны.

5. Трансформируемый каркас, содержащий основание и закрепленные на нем поворотные балки, выполненные с возможностью фиксации относительно основания в развращенном положении, отличающийся тем, что каждая балка снабжена V-образным подкосом, состоящим из жестко соединенных друг с другом под тупым углом стержней, свободный конец одного из которых шарнирно закреплен на поворотной балке, а свободный конец другого снабжен средством фиксации балки на основании, при этом вершина подкоса шарнирно соединены с дополнительным стержнем, другой конец которого шарнирно соединен с основанием, при этом один из этих шарниров выполнен сферическим, а оси других параллельны оси поворота балки.

6. Каркас по п.5, отличающийся тем, что дополнительный стержень выполнен с возможностью поворота его концов относительно друг друга вокруг его продольной оси, а шарнир крепления подкоса к поворотной балке выполнен сферическим.

7. Каркас по п.5, отличающийся тем, что основание выполнено термостатированным.

8. Механизм развращения рефлектора, содержащий установленный на основании рефлектора привод, связанное с ним и установленное соосно оси симметрии рефлектора ведущее колесо и тяги, соединенные с поворотными балками рефлектора, отличающийся тем, что он снабжен треугольными качалками, плоскости которых параллельны плоскости ведущего колеса, и рычагами, каждый из которых шарнирно закреплен по периферии ведущего колеса, при этом ведущее колесо помещено

внутри основания, а тяги поворотных балок соединены с ведущим колесом посредством качалок, причем у каждой качалки один конец закреплен с возможностью поворота на основании, другой шарнирно соединен с тягой, а третий шарнирно со свободным концом рычага.

9. Механизм по п.8, отличающийся тем, что привод связан с ведущим колесом с помощью двух тросов, первые концы которых закреплены на ободе ведущего колеса по разные стороны от выходного вала привода, а вторые закреплены на выходном валу привода, при этом тросы намотаны на выходном валу привода в противоположных направлениях.

10. Механизм по п.8, отличающийся тем, что он снабжен установленной на основании концентрично ведущему колесу кольцевой опорой, на внутренней поверхности которой, обращенной к ведущему колесу, выполнены направляющие поверхности, ведущее колесо снабжено расположенными на его ободе роликами, взаимодействующими с направляющими поверхностями кольцевой опоры.

11. Механизм фиксации, содержащий фиксируемый элемент с шарообразной опорой, взаимодействующий с размещенными на основании упором и подпружиненным стопором, отличающийся тем, что упор выполнен в виде полого усеченного конуса, в боковой поверхности которого выполнены прорезы, а стопор выполнен в виде зачеканенного серповидного клина, установленного с возможностью поворота, заходящего в расчехленном состоянии в прорези опоры с возможностью охвата тыльной стороны опоры.

12. Механизм по п.11, отличающийся тем, что тыльная сторона опоры выполнена в виде цилиндра, ось которого параллельна оси поворота стопора.

13. Механизм по п. 11, отличающийся тем, что поверхность серповидного клина, взаимодействующая с опорой, выполнена в виде цилиндрической поверхности, в качестве направляющей которой использована логарифмическая спираль.

14. Механизм по п.11, отличающийся тем, что серповидный клин выполнен в виде вилки с двумя изогнутыми зубьями.

25

30

35

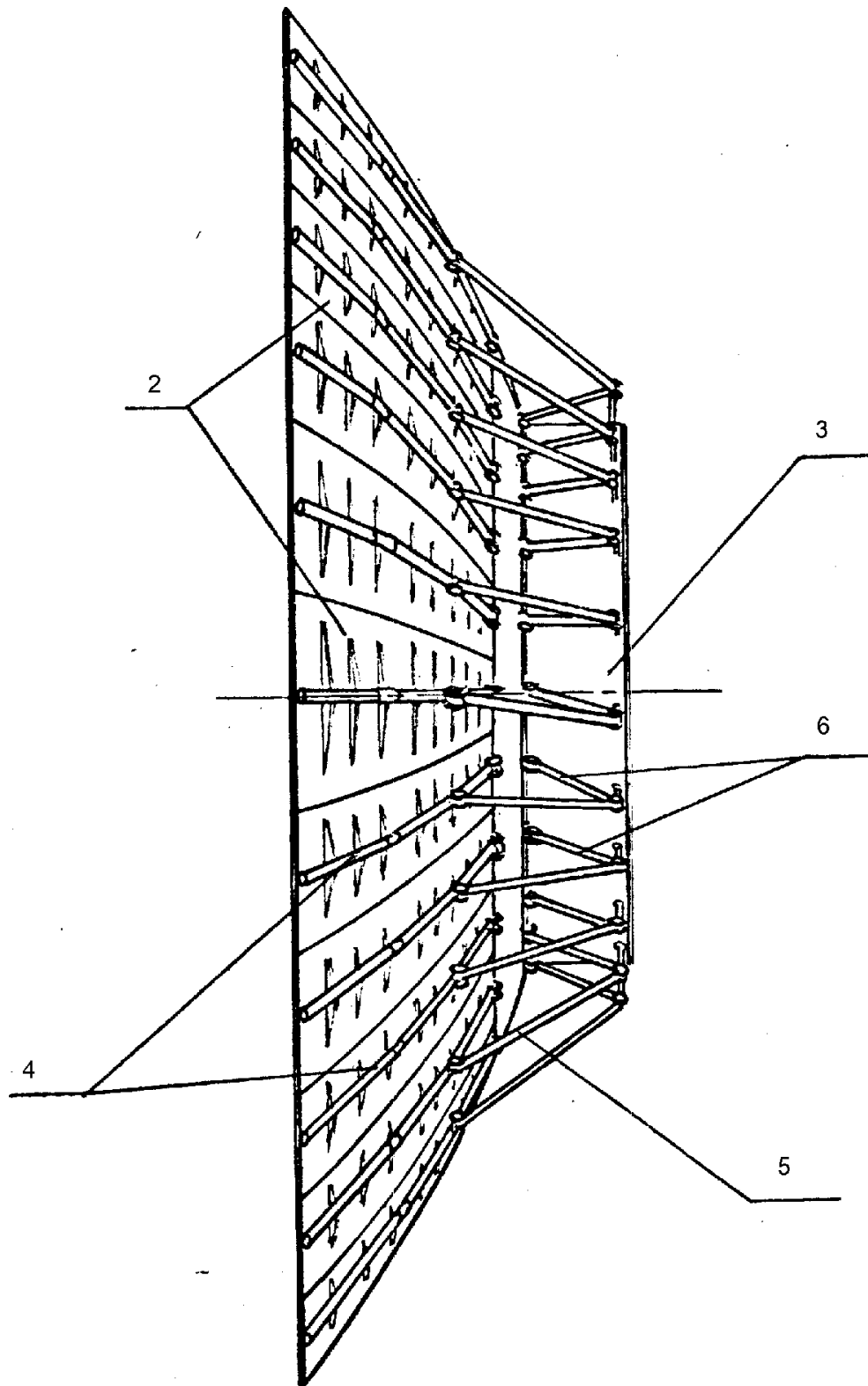
40

45

50

55

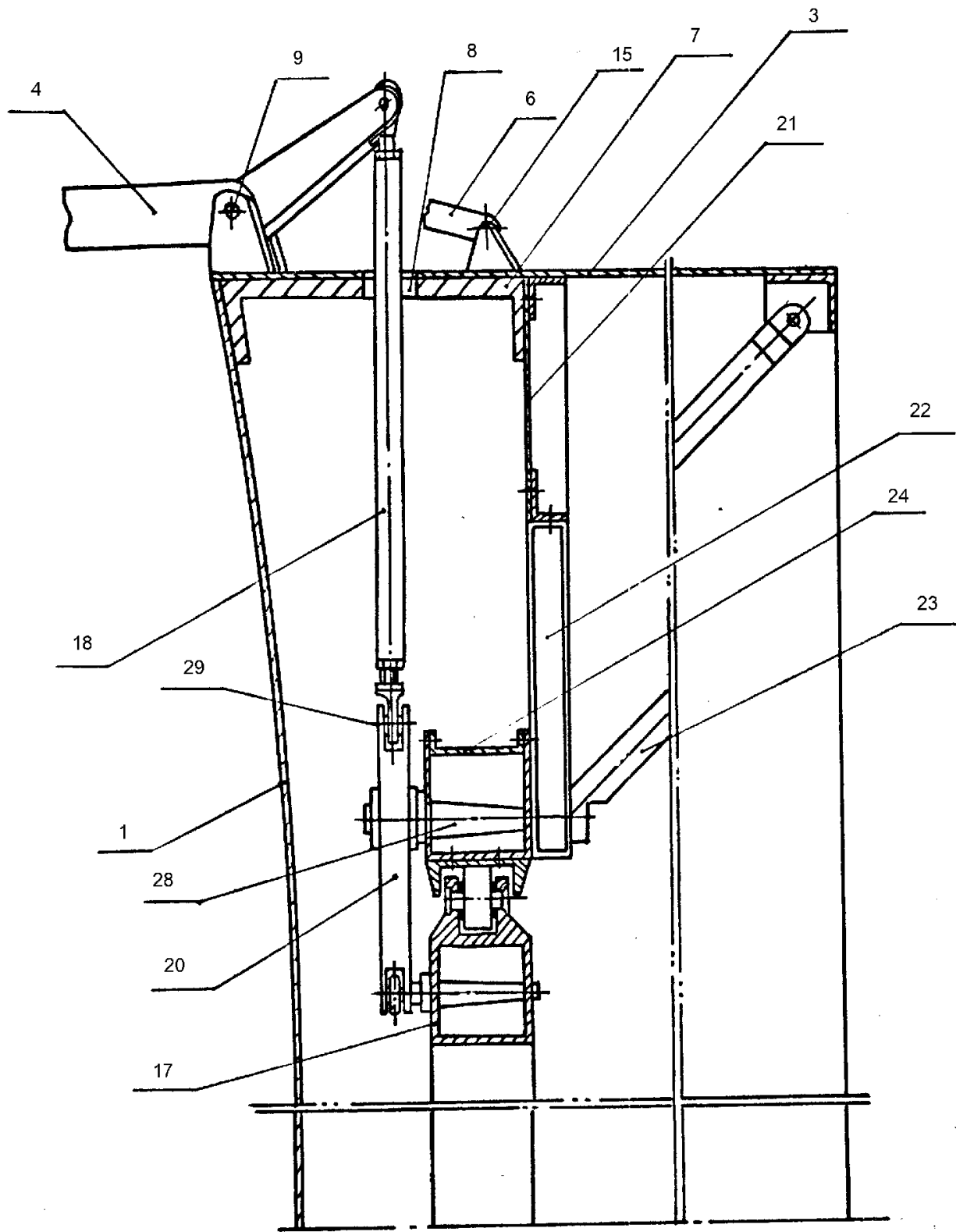
60



фиг.2

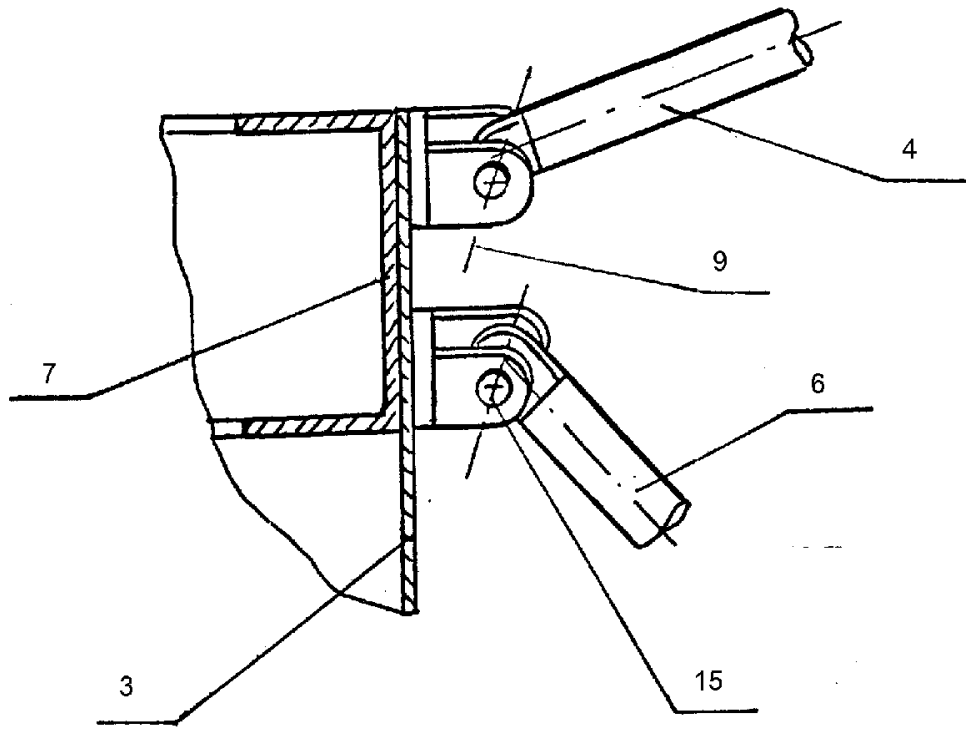


RU 2084994 C1

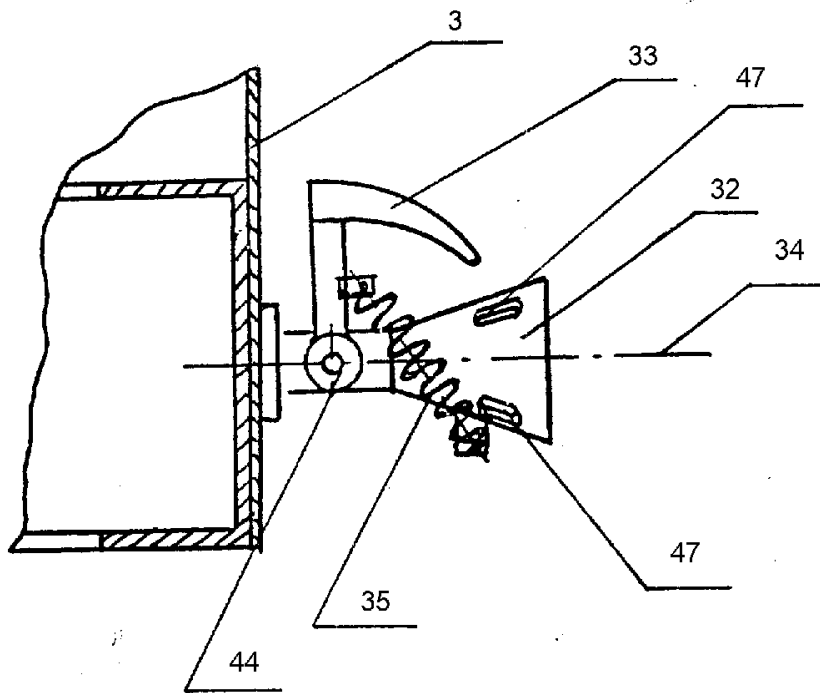


фиг. 4

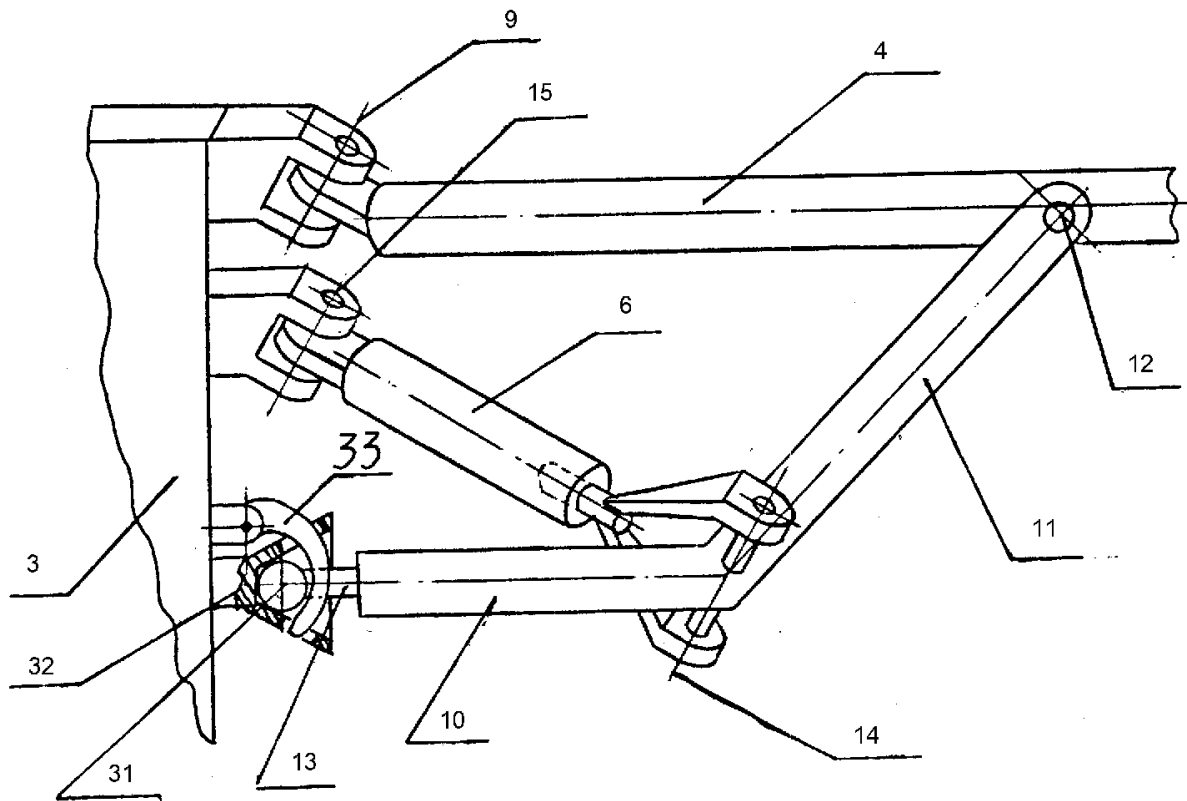
RU 2084994 C1



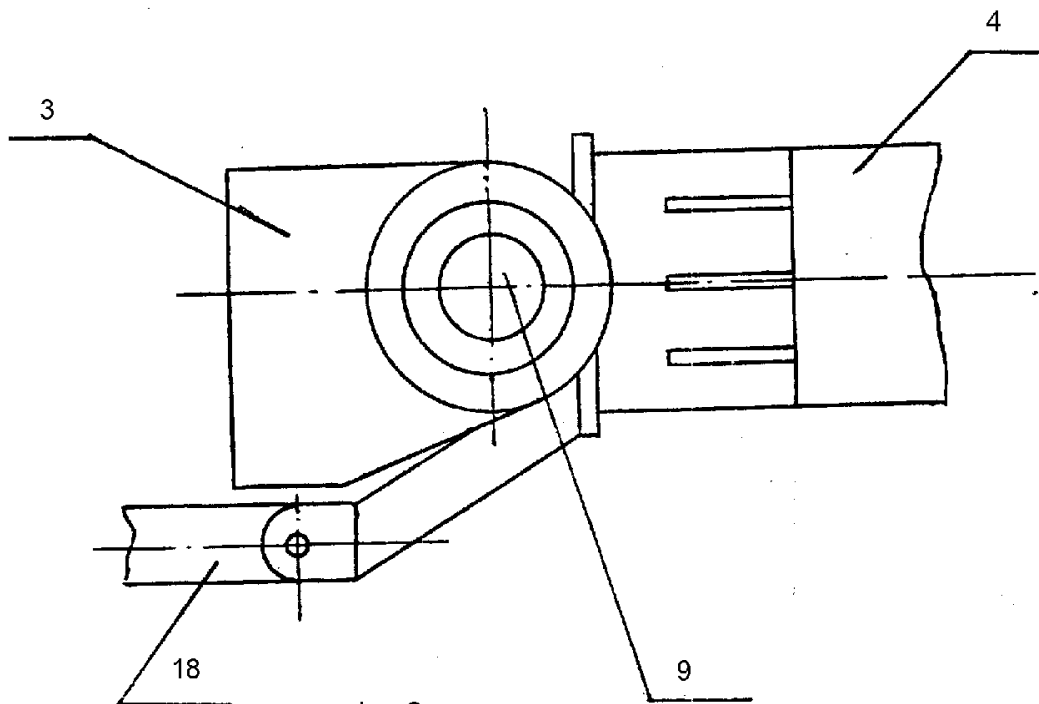
фиг.5



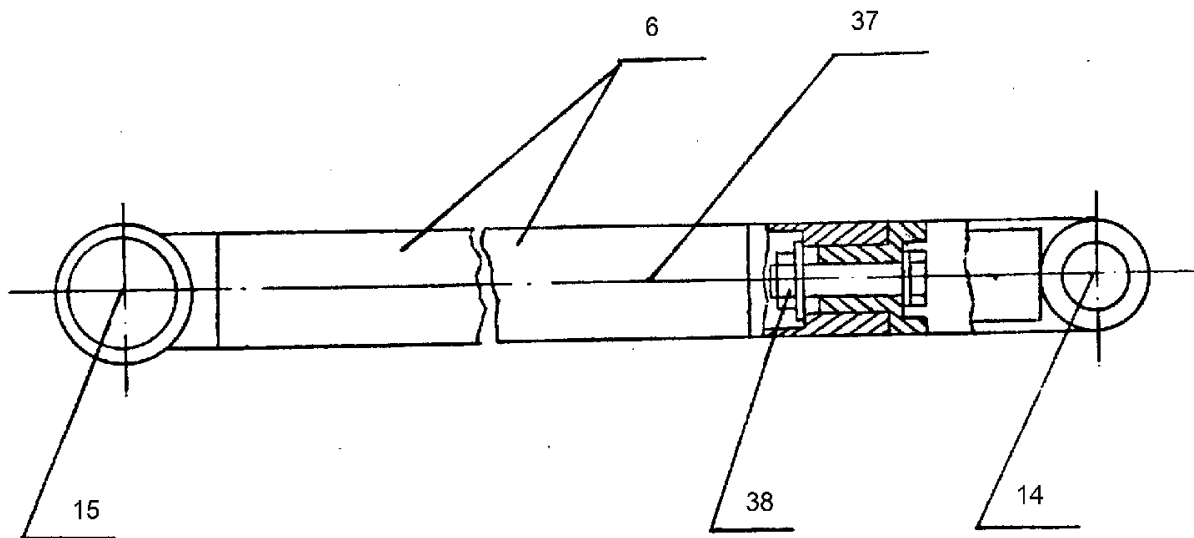
фиг.6



фиг.7

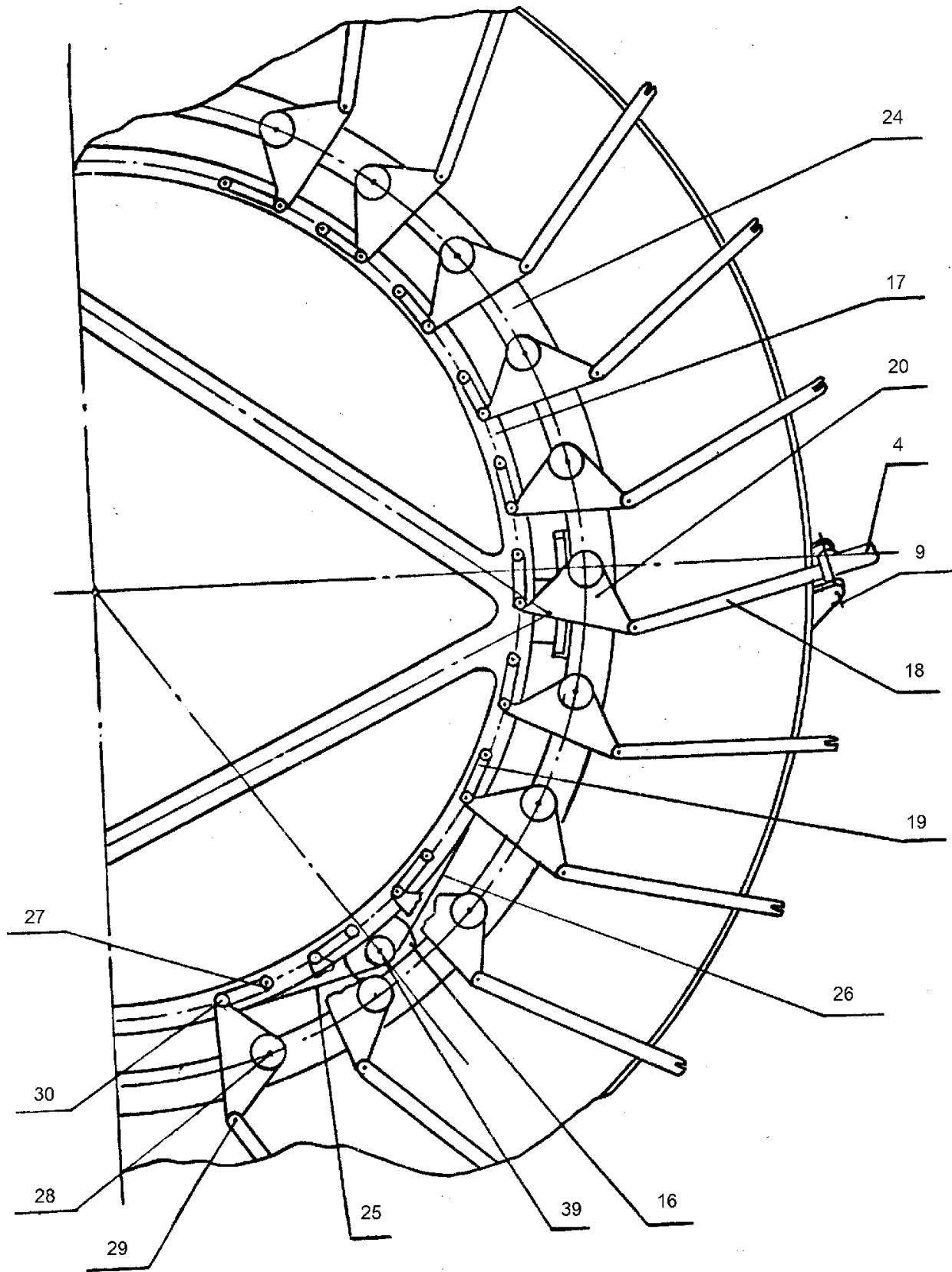


фиг.8



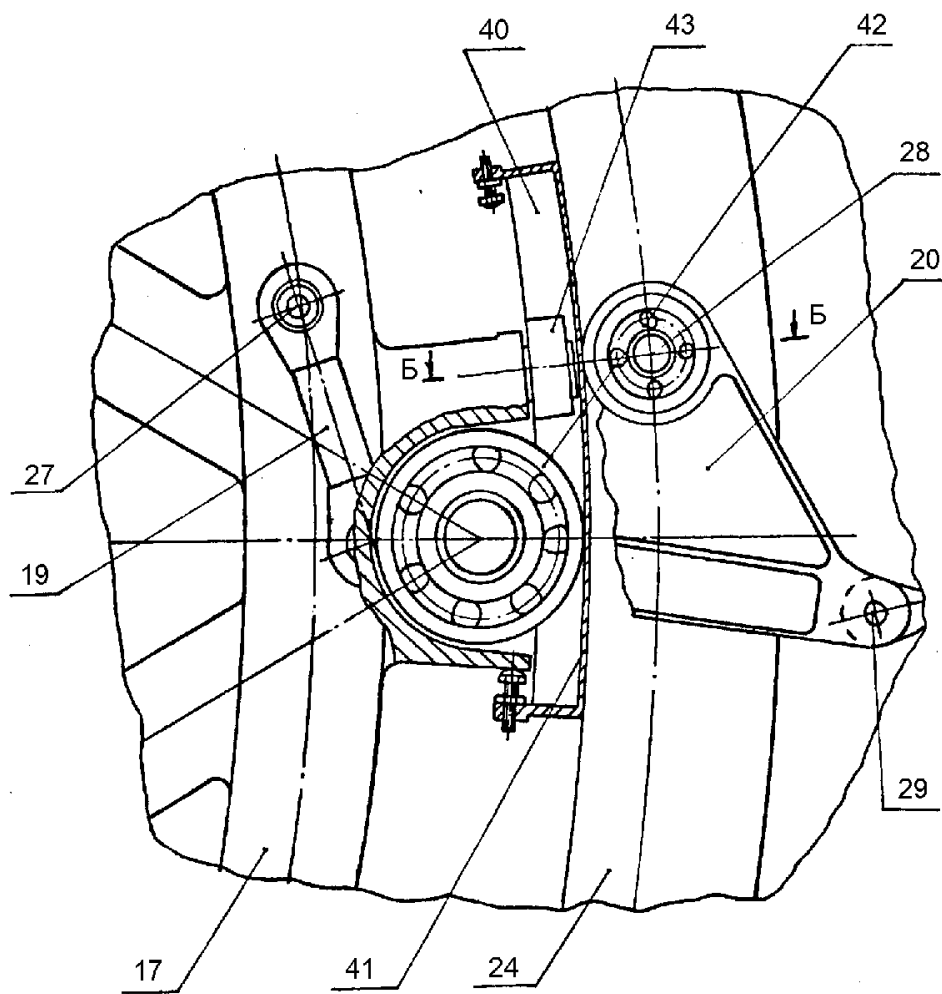
фиг.9

RU 2084994 C1

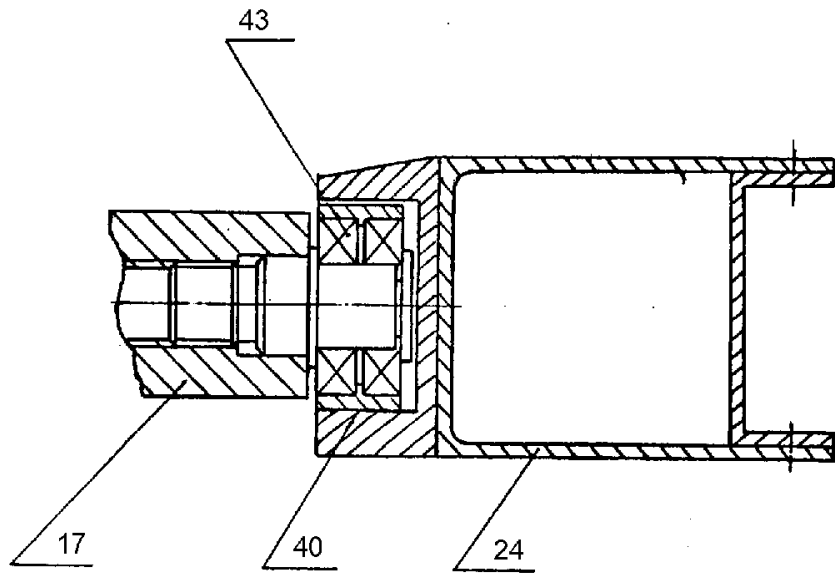


RU 2084994 C1

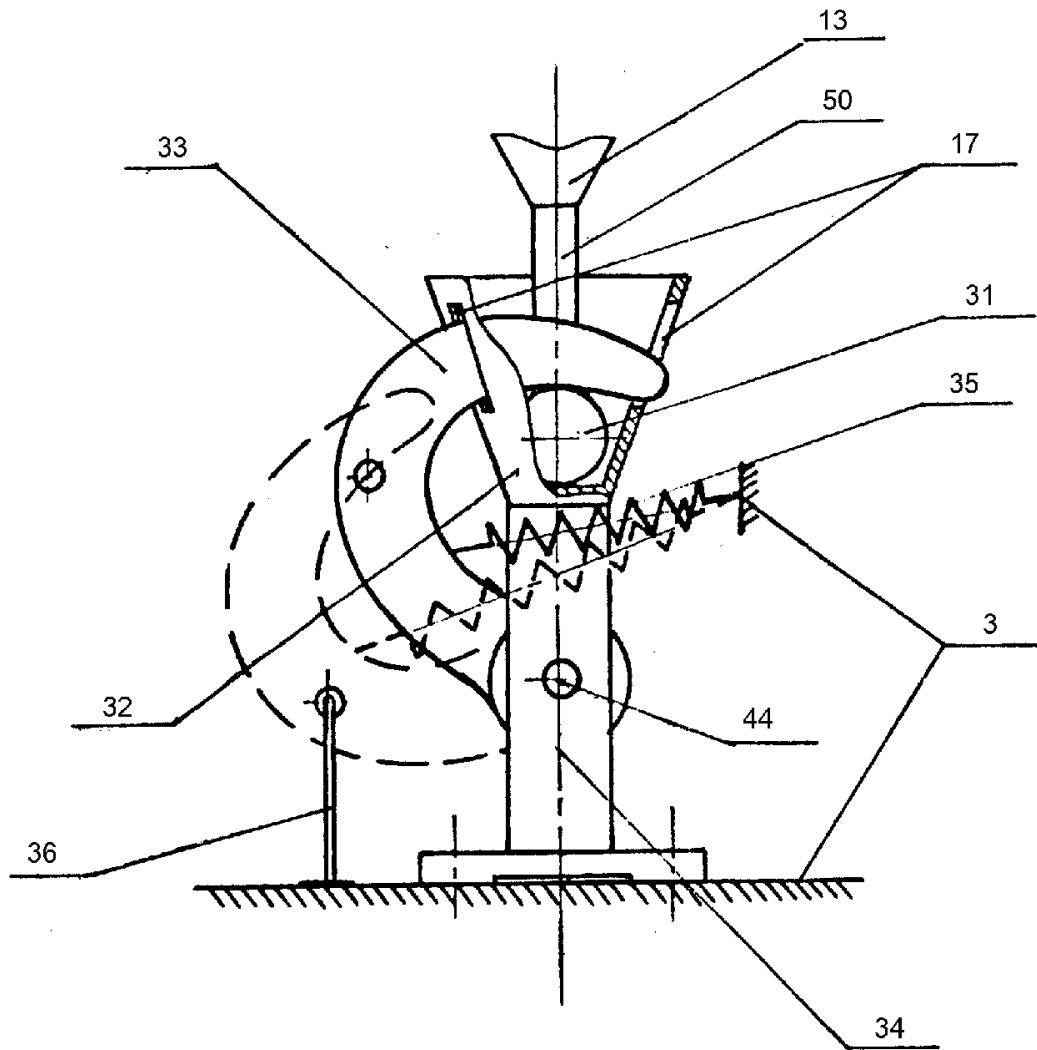
фиг.10



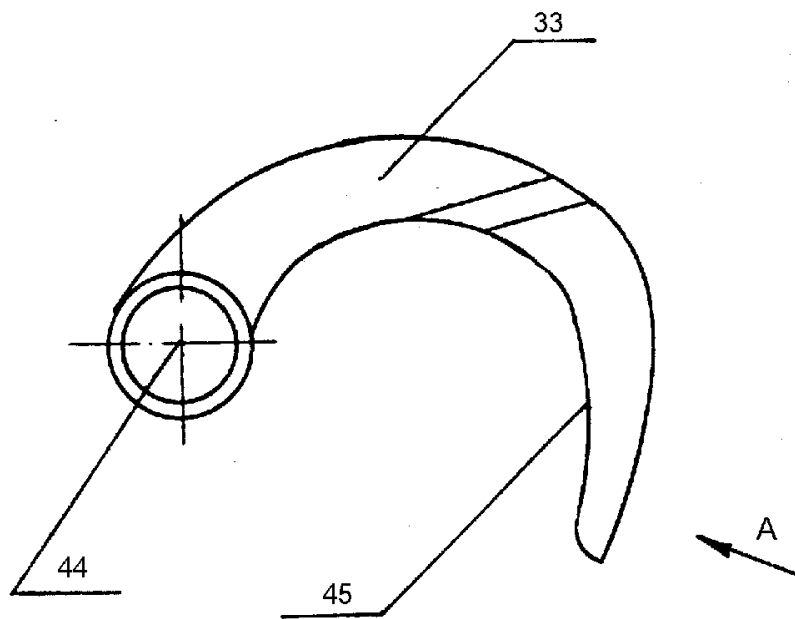
фиг.11



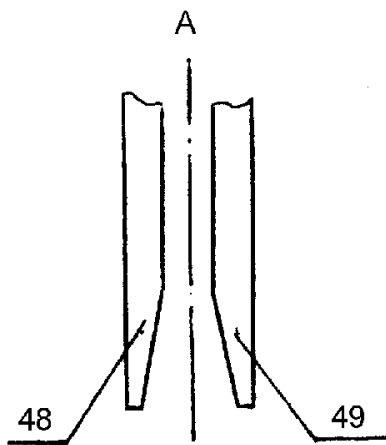
фиг.12



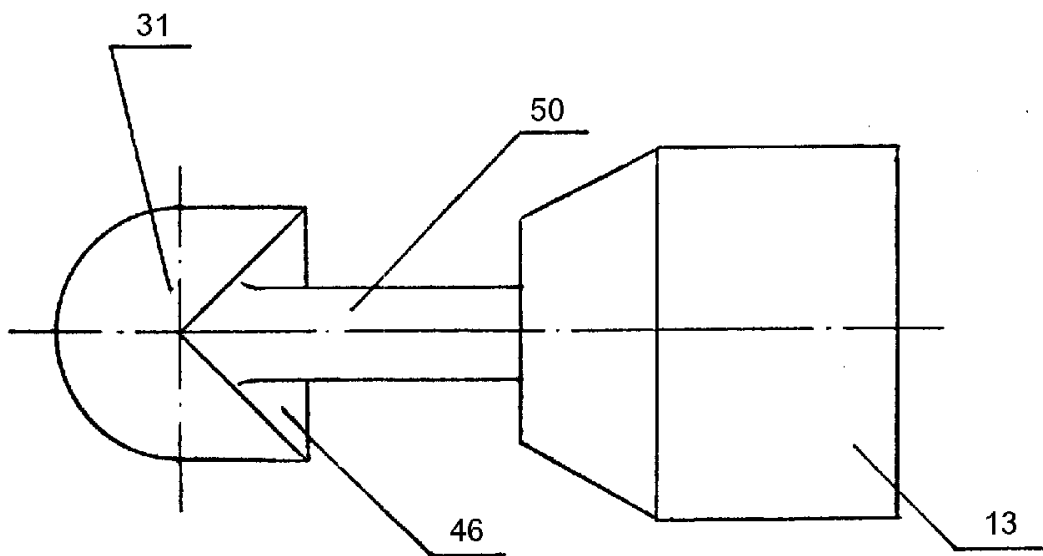
фиг.13



фиг.14



фиг.15



фиг.16