



(51) МПК  
*H01Q 15/14* (2006.01)  
*H01Q 19/10* (2006.01)  
*B64G 1/22* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
*H01Q 15/161* (2006.01); *H01Q 19/102* (2006.01); *B64G 1/222* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016151639, 27.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.12.2016**

Дата регистрации:  
**12.01.2018**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2016

(45) Опубликовано: 12.01.2018 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

**105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
 МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Нелюба  
 В.А. (МИЦ КМ)**

(72) Автор(ы):

**Нелюб Владимир Александрович (RU),  
 Буянов Иван Андреевич (RU),  
 Бородулин Алексей Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Московский государственный  
 технический университет имени Н.Э.  
 Баумана (национальный исследовательский  
 университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2442249 C1, 10.02.2012. RU  
 2001124507 A, 27.07.2003. RU 94044480 A1,  
 20.10.1996. US 4380013 A, 12.04.1983.

(54) Узел натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора

(57) Реферат:

Полезная модель относится к устройствам натяжения тросов в развертываемых крупногабаритных рефлекторах зеркальных космических антенн (ЗКА), выполненных на основе крупногабаритных стержневых конструкций и металлических трикотажных сетеполотен радиотехнического назначения. Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в снижении массогабаритных показателей и упрощении конструкции узла одновременного регулирования усилия натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность металлического трикотажного сетеполотна радиотехнического назначения развертываемого крупногабаритного космического антенного рефлектора, а также в обеспечении и упрощении раскрытия поверхности рефлектора. Технический результат обеспечивается за счет того, что тросы натягиваются узлом натяжения одновременно и

равномерно, а усилие их натяжения регулируемо. Для этого разработан узел натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора, характеризующийся использованием тросов в качестве элементов передачи нагрузки и перемещения в системах регулирования и геометрического позиционирования регулируемого объекта, составными элементами узла натяжения являются барабан с возможностью вращения вокруг своей центральной оси, опоры вращения барабана в ступице рамы рефлектора, а также возможностью наматывания тросов на сердечник вращающегося барабана и при этом равномерного натяжения многих тросов, расположенных с круговой (вращательной) симметрией относительно барабана, на сердечник которого они наматываются с обеспечением одновременного регулирования усилия натяжения формозадающих

176230 U1

RU 176230 U1

тросов (поворотом барабана относительно главной фокусной оси рефлектора регулируется усилие натяжение тросов и соответственно сетеполотна). В предлагаемой полезной модели реализовано равномерное натяжение сразу многих тросов, расположенных с круговой (вращательной) симметрией относительно барабана, на который они наматываются. При

этом каждый трос прикреплен к сердечнику вращающегося барабана, расположенного внутри неподвижного кожуха, далее проложен через отверстия в барабане и кожухе, далее через направляющие проушины, расположенные вдоль радиальной штанги рефлектора, вплоть до места крепления троса с сетеполотном. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

## Область техники

Полезная модель относится к устройствам натяжения тросов в развертываемых крупногабаритных рефлекторах зеркальных космических антенн (ЗКА), выполненных на основе крупногабаритных стержневых конструкций и металлических трикотажных сетеполотен радиотехнического назначения.

## Уровень техники

Известно устройство для выравнивания натяжения якорных тросов или цепей (патент РФ RU 2524292 (МПК B63B 21/50, B63B 35/44; Опубликовано: 27.07.2014). Данное устройство является аналогом предлагаемой полезной модели. Сходство данного патента с предлагаемой полезной моделью заключается в том, что основной функцией устройства, описанного в патенте, является одновременная и равномерная регулировка натяжения и перемещений большого количества тросов (либо цепей).

Отличие данного патента от предлагаемой полезной модели заключается в использовании в патенте для одновременного и равномерного регулирования натяжения и перемещений большого количества тросов системы простых механизмов типа блок, соединенных единым тросом (системой параллельных тросов) и расположенных на единой направляющей (двух симметричных направляющих). Данная конструкция механизма одновременного и равномерного натяжения обусловлена большим ходом и высокими силовыми нагрузками, необходимыми для якорной стабилизации нефте- и газодобывающих плавучих платформ. Соответственно, большой ход перемещений (порядка 10 м) и высокие нагрузки предопределяют высокие массово-габаритные показатели системы одновременного и равномерного натяжения системы тросов (цепей) якорной стабилизации нефте- и газодобывающих плавучих платформ, описанной в патенте, что недопустимо для ракетно-космической техники. Таким образом, высокие массово-габаритные показатели устройства натяжения, описанного в патенте, являются его недостатком.

Известно устройство для натяжения тросов системы управления (патент RU 2180640 (МПК B64D 31/12, B64C 13/30, Опубликовано: 20.03.2002)). Данное устройство можно признать более близким аналогом - прототипом предлагаемой полезной модели. Сходство данного устройства с предлагаемой полезной моделью заключается в использовании троса в качестве элемента передачи нагрузки и перемещения в системах регулирования и геометрического позиционирования. Отличие прототипа от предлагаемой полезной модели заключается в том, что в прототипе регулирование натяжения троса обеспечивается за счет вращательного перемещения регулировочного болта, надавливающего на плечо коромысла, что приводит к изменению углового положения коромысла, натягивающего трос (за счет коромысла обеспечивается большой ход троса и диапазон регулирования его натяжения), а в предлагаемой полезной модели натяжение троса осуществляется за счет наматывания троса на вращаемый барабан (вращение барабана может осуществляться автоматически за счет использования электродвигателя, а также с помощью вращения регулировочного болта предварительной настройки поверхности сетеполотна рефлектора).

Недостатком прототипа по сравнению с предлагаемой полезной моделью являются высокие массогабаритные показатели и сложность конструкции устройств натяжения, что связано с тем, что оно предназначено для параллельно работающих тросовых систем авиационной техники с большим ходом тросов (примерно до 10 м).

## Раскрытие полезной модели

Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в снижении массогабаритных показателей и упрощении конструкции узла одновременного

регулирования усилия натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность металлического трикотажного сетеполотна радиотехнического назначения развертываемого крупногабаритного космического антенного рефлектора, а также в обеспечении и упрощении раскрытия поверхности рефлектора.

- 5 Технический результат обеспечивается за счет того, что тросы натягиваются узлом натяжения одновременно и равномерно, а усилие их натяжения регулируемо. Для этого разработан узел натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора, характеризующийся использованием тросов в качестве элементов передачи нагрузки и перемещения в
- 10 системах регулирования и геометрического позиционирования регулируемого объекта, составными элементами узла натяжения являются барабан с возможностью вращения вокруг своей центральной оси, опоры вращения барабана в ступице рамы рефлектора, а также возможность наматывания тросов на сердечник вращаемого барабана и при этом равномерного натяжения многих тросов, расположенных с круговой
- 15 (вращательной) симметрией относительно барабана, на сердечник которого они наматываются с обеспечением одновременного регулирования усилия натяжения формозадающих тросов (поворотом барабана относительно главной фокусной оси рефлектора регулируется усилие натяжение тросов и соответственно сетеполотна). В предлагаемой полезной модели реализовано равномерное натяжение сразу многих
- 20 тросов, расположенных с круговой (вращательной) симметрией относительно барабана, на который они наматываются. При этом каждый трос прикреплен к сердечнику вращающегося барабана, расположенного внутри неподвижного кожуха, далее проложен через отверстия в барабане и кожухе, далее через направляющие проушины, расположенные вдоль радиальной штанги рефлектора, вплоть до места крепления
- 25 троса с сетеполотном.

#### Перечень фигур

Фиг. 1 - составные элементы узла натяжения тросов перед сборкой (тросы не показаны);

Фиг. 2 - схема укладки тросов в барабане узла натяжения;

- 30 Фиг. 3 - собранный узел (в разрезе) натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора, показаны также присоединенные к нему тросы;

- 35 Фиг. 4 - схема натяжения троса, проложенного от места его крепления к сетеполотну рефлектора через направляющие проушины, закрепленные вдоль радиальной штанги рефлектора, к узлу натяжения.

#### Осуществление полезной модели

Использование трикотажного металлического сетеполотна для отражающей поверхности трансформируемых крупногабаритных космических антенн позволяет получить улучшенные удельные массовые характеристики антенного рефлектора.

- 40 Однако при этом появляется зависимость коэффициента отражения от напряженного состояния сетеполотна. Для регулировки напряженного профиля поверхности рефлектора используют растяжение металлического трикотажного сетеполотна с рабочим усилием, передаваемым по полимерным (для минимизация массы) тросам от компактного узла натяжения, расположенного в центральной ступице антенного рефлектора.

Узел натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора, обеспечивает и упрощает раскрытие отражающей поверхности рефлектора, а также обеспечивает регулирование

усилия натяжения формозадающих полимерных тросов за счет узла натяжения. Особенностью конструктивного исполнения являются обеспечение регулируемого равномерного усилия натяжения полимерных тросов по всем телескопическим (для развертывания из сложенного положения) радиальным штангам крупногабаритного 5 развертываемого антенного рефлектора, за счет чего обеспечивается равномерное натяжение сетеполотна отражающей поверхности рефлектора.

На фиг. 1 показаны и отмечены номерами следующие составные элементы узла натяжения тросов перед сборкой (тросы не показаны): 1 - Ступица рефлектора; 2 - Опоры барабана; 3 - Барабан (в разрезе) с сердечником; 4 - Неподвижный кожух узла 10 натяжения.

На фиг. 2 показан вращающийся барабан, на сердечнике которого закреплены полимерные тросы, концы которых обжаты металлическими скобами.

На фиг. 3 в разрезе показан собранный узел натяжения полимерных тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического 15 антенного рефлектора, показаны также присоединенные к нему полимерные тросы.

На фиг. 4 показаны следующие узлы и элементы:

- узел натяжения полимерных тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора, показаны также присоединенные к его барабану полимерные тросы;

20 - натягиваемая тросами отражающая поверхность антенного рефлектора, образованная металлическим трикотажным сетеполотном;

- радиальная телескопическая штанга рефлектора с закрепленными к ней проушинами, через которые проложен полимерные трос;

25 - ступица рефлектора, к которой крепятся узел натяжения тросов и все радиальные телескопические штанги развертываемого космического антенного рефлектора.

Устройство работает следующим образом. Узел натяжения закреплен к общей для всей зеркальной космической антенны жесткой неподвижной базе - ступице. К этой же ступице закреплены радиальные штанги, на которых имеются специальные направляющие для полимерных тросов натяжения. Полимерные тросы закреплены к 30 сердечнику вращающегося барабана узла натяжения, проложены через направляющие вдоль штанг, концы тросов прикреплены к местам крепления на отражающей поверхности антенного рефлектора. Отражающая поверхность образована трикотажным металлическим сетеполотном, натяжение которого влияет на электротехнические характеристики антенного рефлектора. При вращении барабана 35 узла натяжения все полимерные тросы равномерно наматываются на него, в результате чего их натяжение регулируется, равномерно и одновременно передается отражающей поверхности из сетеполотна и формирует его рабочую форму. Путем натяжения полимерных тросов регулируется форма поверхности рефлектора и его 40 электротехнические показатели. Снижению погрешностей работы узла натяжения способствует наличие космической невесомости (нет весовых факторов, снижено влияние трения).

Использование предлагаемого конструктивного решения обеспечивает отсутствие провисания профиля металлического сетеполотна отражающей поверхности развертываемого антенного рефлектора с возможностью регулирования усилия 45 натяжения формозадающих полимерных тросов. Для обеспечения требуемых электротехнических характеристик антенны среднеквадратическое отклонение профиля рабочей поверхности рефлектора от теоретического должно быть менее 1,5 мм при одновременном обеспечении минимизации массы рефлектора при диаметре антенного

рефлектора до 100 м. При этом ход тросов, регулируемый узлом натяжения, может составить до 1-10 см.

Полезная модель сделана при разработке проектно-конструкторских решений создания космических аппаратов с крупногабаритными трансформируемыми антенными рефлекторами в рамках работ МГТУ им. Н.Э. Баумана по Соглашению о предоставлении субсидии №14.577.21.0129 от Министерства образования и науки Российской Федерации.

(57) Формула полезной модели

1. Узел натяжения тросов, формозадающих отражающую поверхность сетеполотна развертываемого космического антенного рефлектора и используемых в качестве элементов передачи нагрузки и перемещения в системах регулирования и геометрического позиционирования регулируемого объекта, содержащий барабан с сердечником, имеющий возможность вращения вокруг своей центральной оси, опоры вращения барабана в ступице рамы рефлектора, причем тросы, расположенные симметрично вокруг барабана, намотаны на сердечник барабана с обеспечением одновременного регулирования их усилия при вращении барабана.

2. Узел по п.1, характеризующийся тем, что каждый трос прикреплен к сердечнику вращающегося барабана, расположенного внутри неподвижного кожуха, проложен через отверстия в барабане и кожухе и далее через направляющие проушины, расположенные вдоль радиальной штанги рефлектора - вплоть до места крепления троса к сетеполотну рефлектора.

25

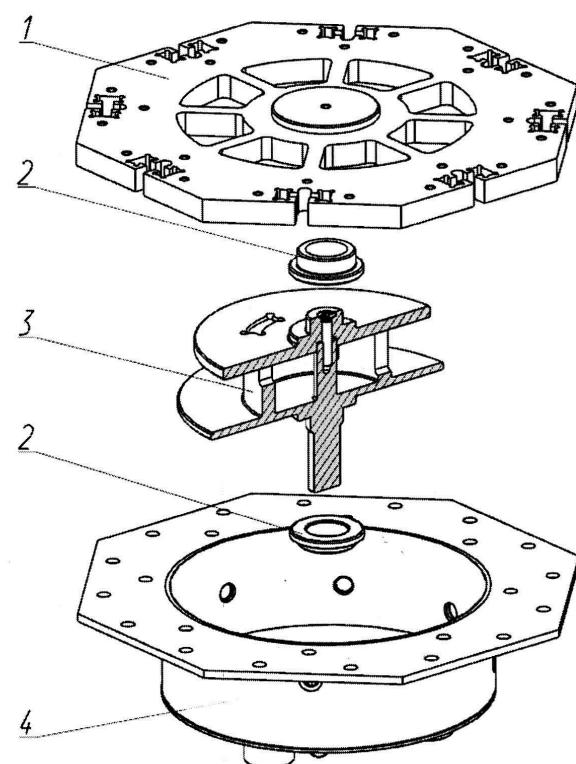
30

35

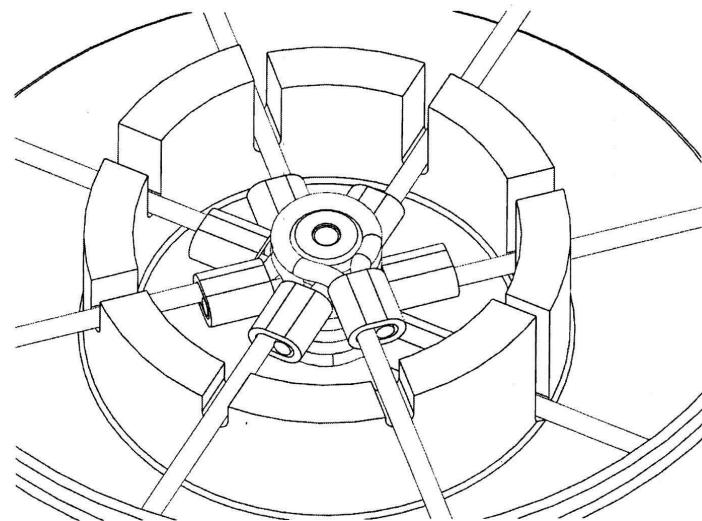
40

45

1



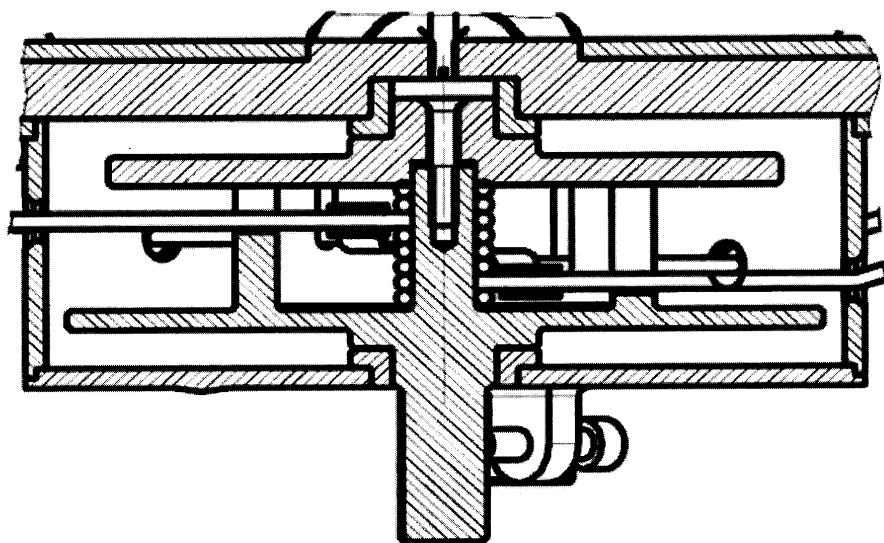
Фиг.1



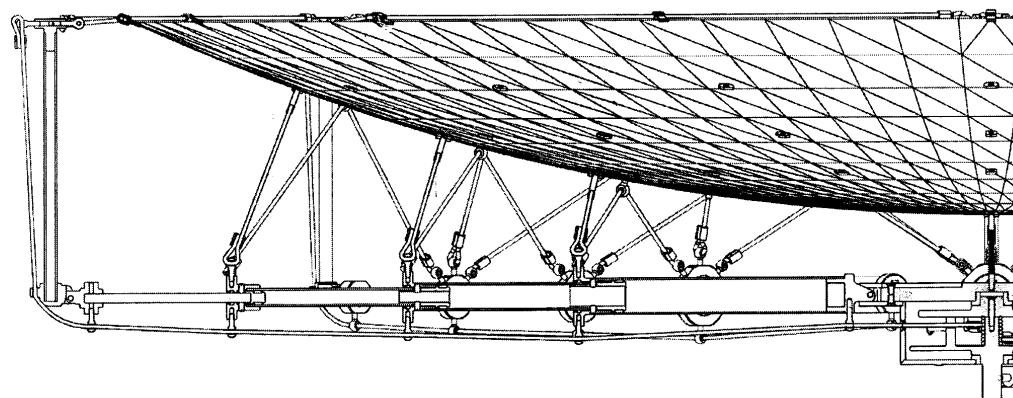
Фиг.2

6

2



Фиг.3



Фиг.4