



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B64G 9/00 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2018124736, 05.07.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.07.2018

Дата регистрации:
06.12.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 05.07.2018

(45) Опубликовано: 06.12.2019 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
662972, Красноярский край, г. Железногорск,
ул. Ленина, 52, АО "ИСС", начальнику
управления информационного обеспечения

(72) Автор(ы):
Афанасьев Сергей Михайлович (RU),
Анкудинов Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Акционерное общество "Информационные
спутниковые системы" имени академика
М.Ф. Решетнёва" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 116466 U1, 27.05.2012. RU 2637007
C1, 29.11.2017. CN 104859870 A, 26.08.2015. WO
1997043080 A1, 20.11.1997.

(54) СПОСОБ ЛИКВИДАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, УВЕДЕННЫХ С РАБОЧИХ ОРБИТ
В ПЛОТНЫЕ СЛОИ АТМОСФЕРЫ, И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФРАГМЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ
АППАРАТОВ В ПЛОТНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ

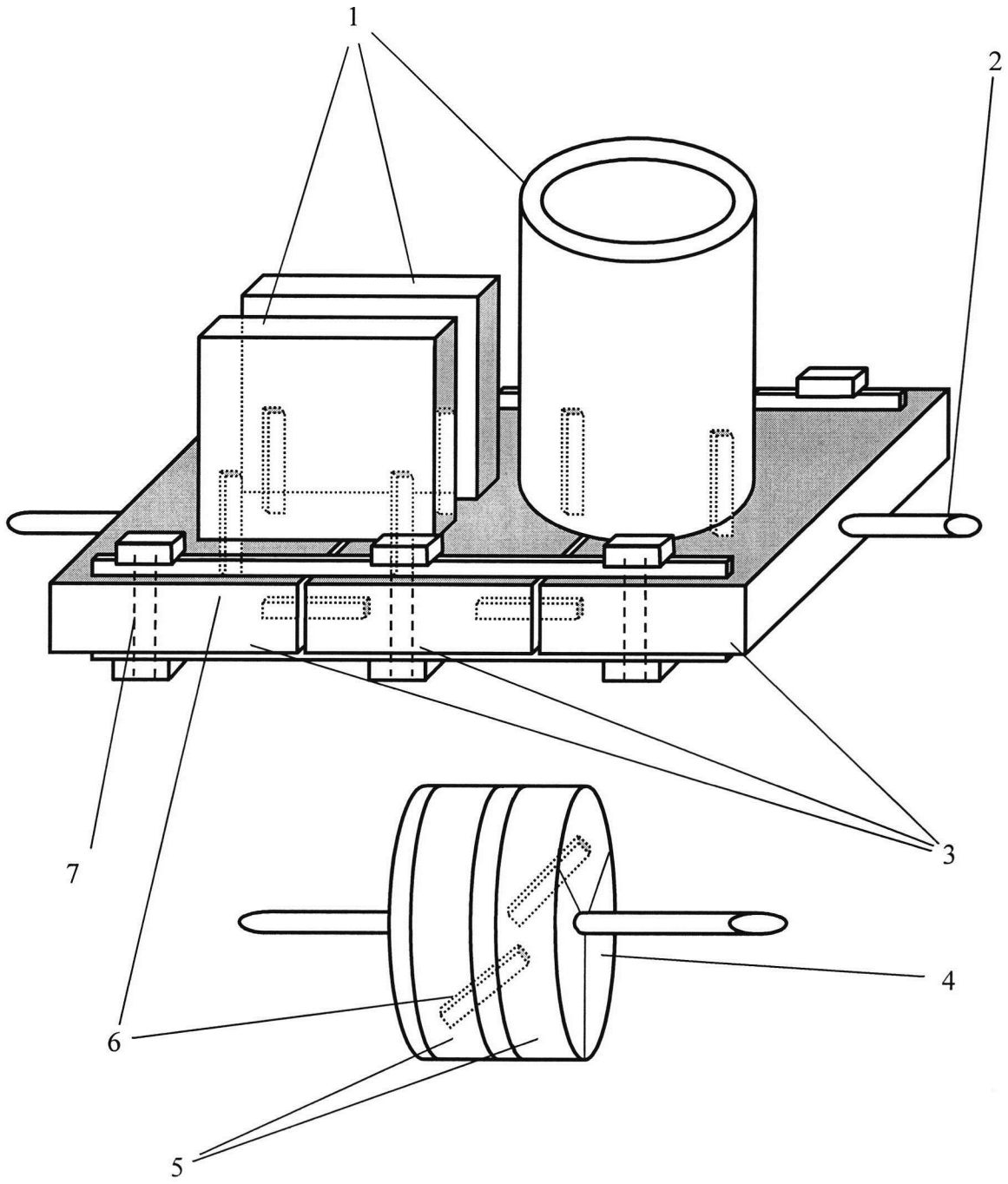
(57) Реферат:

Изобретение относится к области космической техники, а именно к способам и устройствам очистки околоземного космического пространства от космического мусора, и может быть использовано для уничтожения космических аппаратов (КА) в плотных слоях атмосферы. При ликвидации модульный КА прекращает существование в плотных слоях атмосферы как единое целое по команде от бортового блока управления. Модули связаны жесткими соединениями, под каждое из которых заложены пиропатроны. Пиропатроны соединены в

автономную электрическую цепь, в которую также входят отдельная маломощная аккумуляторная батарея, имеющая возможность подзаряда от основных источников питания на борту КА. Датчики-сигнализаторы высокой температуры используются для выдачи из ликвидационного бортового блока управления в необходимый момент команды на одновременный подрыв пиропатронов. Блок и сеть, за исключением датчиков высокой температуры, имеют теплозащиту. Достигается полнота сгорания. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.

RU
2 7 0 8 4 0 7
C 1

RU
2 7 0 8 4 0 7
C 1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B64G 9/00 (2019.08)

(21)(22) Application: **2018124736, 05.07.2018**

(24) Effective date for property rights:
05.07.2018

Registration date:
06.12.2019

Priority:

(22) Date of filing: **05.07.2018**

(45) Date of publication: **06.12.2019** Bull. № 34

Mail address:

**662972, Krasnoyarskij kraj, g. Zheleznogorsk, ul.
Lenina, 52, AO "ISS", nachalniku upravleniya
informatsionnogo obespecheniya**

(72) Inventor(s):

**Afanasev Sergej Mikhajlovich (RU),
Ankudinov Aleksandr Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Informatsionnye
sputnikovye sistemy" imeni akademika M.F.
Reshetneva" (RU)**

(54) **METHOD FOR ELIMINATION OF SPACECRAFT LEFT FROM WORKING ORBITS INTO DENSE LAYERS OF ATMOSPHERE, AND DEVICE FOR FRAGMENTATION OF SPACECRAFTS IN DENSE LAYERS OF ATMOSPHERE**

(57) Abstract:

FIELD: astronautics.

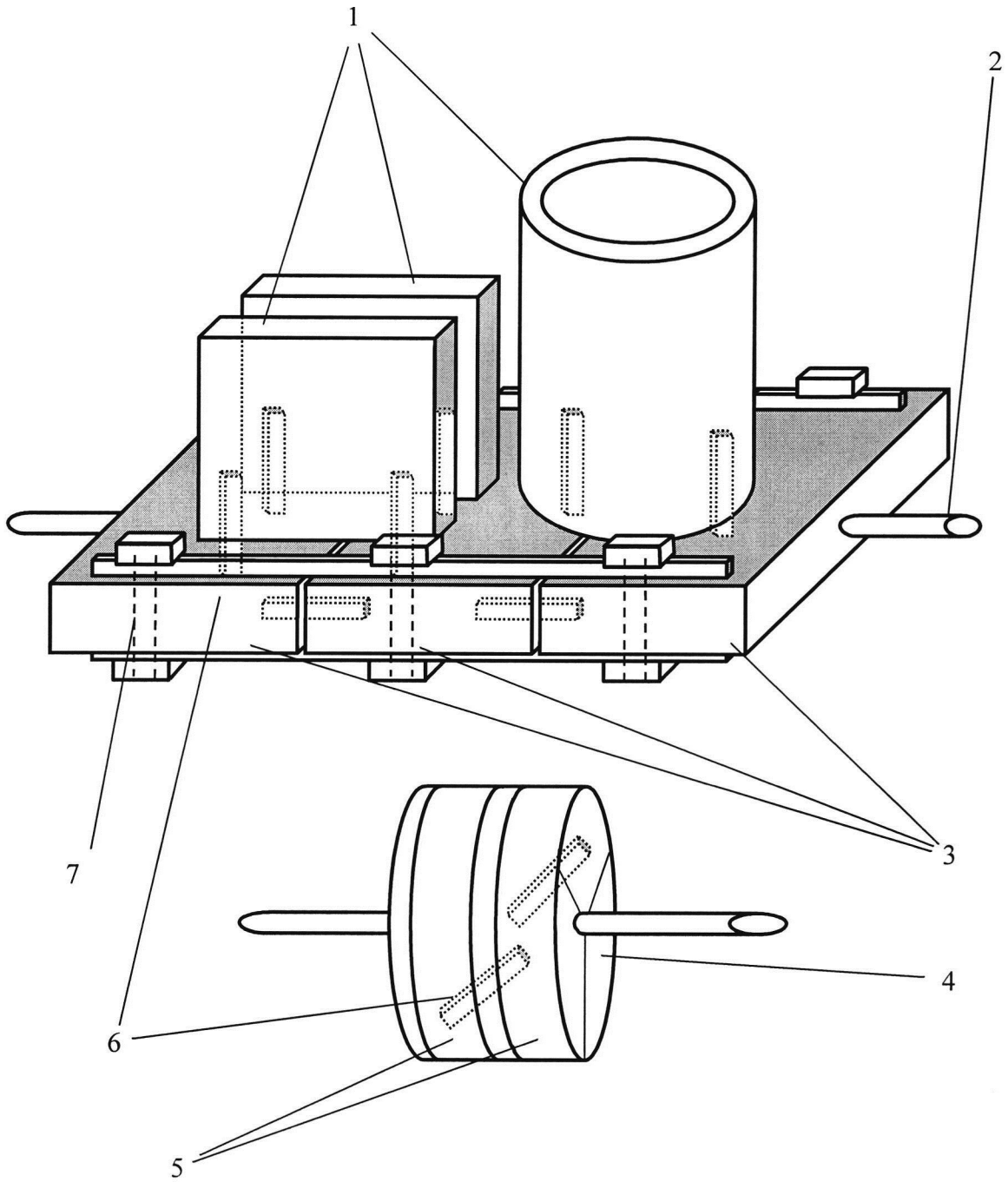
SUBSTANCE: invention relates to space engineering, namely to methods and devices for cleaning near-earth space from space garbage, and can be used for destruction of spacecrafts (SC) in dense layers of atmosphere. In liquidation, modular spacecraft ceases to exist in dense atmospheric layers as an integral unit from the on-board control unit. Modules are connected by rigid connections, under each of which there are pyrocartridges. Pyrocartridges are connected

in autonomous electric circuit, which also includes separate low-capacity accumulator battery, which can be recharged from main power sources on board of spacecraft. High-temperature sensors are used to dispense from the liquidation on-board control unit at the required moment of a command for one-time explosion of pyrocartridges. Unit and network, except for high temperature sensors, have heat protection.

EFFECT: achieving completeness of combustion.
2 cl, 2 dwg

C 1
2 7 0 8 4 0 7
R U

R U
2 7 0 8 4 0 7
C 1



Фиг. 1

Изобретение относится к области космической техники, а именно к способам и устройствам очистки околоземного космического пространства от космического мусора и может быть использовано для уничтожения космических аппаратов (КА) в плотных слоях атмосферы.

5 В силу остроты проблемы космического мусора (КМ) в ближайшие годы требование оснащать все КА системами увода станет одной из норм международного права и
войдет в стандарты деятельности аэрокосмических ведомств всех стран мира. В 2003
10 году по поручению Комитета ООН по мирному использованию космического
пространства (COPUOS), Межагентским координационным комитетом по КМ
подготовлен, а в 2007 году Генеральной ассамблеей ООН одобрен список мер,
15 направленных на ограничение техногенного засорения космоса. Предложения включают
в себя 25-летнее ограничение на максимальное время жизни исчерпавших свой ресурс
низкоорбитальных КА и перевод геостационарных КА на орбиты захоронения.
Низкоорбитальные КА в обязательном порядке будут уводить с рабочих орбит в
15 плотные слои атмосферы. В принципе, есть способы увода, основанные на
взаимодействии свободных носителей зарядов в тросовых системах КА, и они уже
проходят натурные испытания. Вскоре создастся прецедент реальной утилизации
отработавшего свой срок активного существования КА. Но задолго до этого времени
20 следует обратить внимание на проблему экологически чистого прекращения физического
существования КА. И не только КА. Уже сегодня отработавшие ступени ракет-носителей
(РН), хотя и падают в заданные районы Земли, но:

- остатки топлива загрязняют акватории и территории;
- любая нештатная ситуация с выведением КА приводит к тому, что отработавшие
25 части РН, как отдельно от полезной нагрузки, так и с полезной нагрузкой выпадают
в нерасчетные места падения. Это недопустимо.

Отработавшие КА в плотных слоях атмосферы будут сгорать, но наиболее массивные
части аппаратов и части, находящиеся во внутренних секторах аппарата, могут
достигать и достигают поверхности Земли. Управлять находящимся в плотных слоях
атмосферы КА поздно: для заключительного этапа существования КА может
30 потребоваться неприемлемо большой импульс тяги и неприемлемо малое время для
осуществления маневра.

Процесс входа спутника в атмосферу является достаточно сложным процессом, где
большинство величин переменные, а именно: масса, плотность атмосферы, скорость
падения КА. Есть проблема учета энергии, уходящей на нагрев воздуха,
35 соприкасающегося со спутником, энергии на унос материала спутника, световой и
звуковой энергий. Следует также отметить, что аэродинамические свойства КА плохо
прогнозируемы, и модель атмосферы для баллистического спуска КА весьма
приблизительна. Никакая мощная вычислительная техника не сможет определить место
падения конкретных фрагментов, растянувшихся на многие километры по небосклону.
40 Однако однозначно можно сказать, что основная энергия будет уходить на нагрев
воздуха, обтекающего спутник, что приводит к недостатку энергии и как следствие - к
неполному сгоранию КА. С другой стороны важным фактором является площадь
соприкосновения спутника с атмосферой, поэтому для более полного сгорания
необходимо увеличить площадь соприкосновения с атмосферой.

45 Есть способы, которые можно считать аналогами данному изобретению, например,
изобретения RU 2092409 C1, RU 2204508 C1. Однако эти способы призваны заниматься
отработавшими КА на орбитах ближнего космоса, а это приводит к увеличению
космического мусора на этих орбитах. Конечно, этот космический мусор со временем

сгорит, но произойдет это не скоро. Такого рода способы не могут быть взяты в качестве аналогов. Заниматься ликвидацией КА надо уже в плотных слоях атмосферы. Хотя эти изобретения и отвечают критерию «промышленная применимость», вряд ли когда будут реализованы.

5 Известно устройство для разрушения крупногабаритных КА (RU 116466 U1), характеризующееся тем, что на внутренней поверхности корпуса КА в заданных местах установлен детонирующий удлиненный заряд (ДУЗ) кумулятивного типа с детонатором, воспламенителем и механизмом предохранения от несанкционированного срабатывания, связанными с системой задействия. Это техническое решение взято за прототип
10 способа и устройства. Прототип представляет проект устройства, обеспечивающего разделение КА на определенные фрагменты, которые сгорают в плотных слоях атмосферы.

С целью предотвращения несанкционированного срабатывания ДУЗ установлен механизм предохранения с пиропатроном и поршнем, перекрывающим в исходном
15 положении канал между детонатором и воспламенителем. Количество ДУЗ и их расположение зависит от требуемых размеров фрагментов.

Устройство работает следующим образом: По команде от ликвидационного бортового блока управления (системы задействия в оригинале прототипа) срабатывает пиропатрон, и поршень под действием газов освобождает огневой канал.
20 Последующей командой на воспламенитель срабатывает детонатор, инициируя ДУЗ, и за счет кумулятивного эффекта материал корпуса КА, находящийся под ДУЗ разрушается и происходит разделение корпуса на фрагменты.

Недостатками прототипа является то, что хотя известное устройство при дополнении ее высокоэффективной теплоизоляцией могло бы работать в плотных слоях атмосферы,
25 оно ориентировано на прекращение существования КА на орбитах ближнего космоса, прилегающих к плотным слоям атмосферы. Но провести полную утилизацию КА, исходя из описания ПМ, не представляется возможным, потому что:

1) разделить цельный КА на ожидаемые малые фрагменты не удастся. В прототипе речь идет об удлиненных зарядах кумулятивного типа. Но такие заряды, размещенные
30 в ряды, не смогут надежно разрушить цельную конструкцию. Они работают по типу дырокола: они сильны в пробивании брешей, но малоэффективны для разрушения некой цельно-монолитной конструкции. Выкладывание же ДУЗ в непрерывную полосу технически невыполнимо и затратно во всех отношениях;

2) как ни старайся, произвести из отработавшего КА космическую пыль невозможно,
35 возникновение значимых для навигации обломков КА в пространстве ближнего космоса, как правило, не согласованное с международными ведомствами, усугубляет (на неопределенное время) и так не простую космическую обстановку.

Можно было бы рассчитывать на то, что КА в плотных слоях атмосферы под действием газового напора развалится на фрагменты, но: во-первых, об этом ничего
40 не сказано в прототипе; во-вторых, для этого необходимо неприемлемое количество ДУЗ со всей атрибутикой: корпус, поршень, пиропатрон, воспламенитель, заряд -это все занимает место и имеет массу, и все это необходимо помножить на порядки в третьей степени; в-третьих, баллистический спуск (а для КА, которые не имеют идеальных аэродинамических характеристик, возможен только баллистический спуск) не
45 располагает временем.

Если не заниматься ликвидацией КА, их фрагменты выпадают на Землю.

Задачей изобретения является создание способа ликвидации КА и устройства для его осуществления, которые гарантировали бы полное сгорание КА в плотных слоях

атмосферы Земли.

Предлагаемое техническое решение носит аксиоматический характер и основано на утверждениях, что: КА, состоящий из конструктивных модулей, частично соотносящихся с бортовыми узлами полезной нагрузки и обслуживающими системами, вполне может состоять из реальных модулей сотового типа, образующих конструкцию КА; под основные узлы этой конструкции могут быть заложены пиропатроны; в необходимое время, по сигналам большинства из датчиков высокой температуры будет производиться одновременный подрыв всех имеющихся целевых пиропатронов, разрушающий всю конструкцию КА, особенно - массивные узлы, которые раньше производились монолитными изделиями; любой монолитный узел можно представить и изготовить набором жестко связанных (сцепленных) между собой модулей (жесткая сцепка - это силовые соединения: сварочные, винтовые соединения и т.п.).

Решение поставленной задачи в том, что:

1. Способ ликвидации КА, уведенных с рабочих орбит в плотные слои атмосферы, включающий задание мест установки пиропатронов, их закладку на борт КА, отличается тем, что КА модульного типа автоматически прекращают существование в плотных слоях атмосферы как единое целое по команде, выдаваемой от ликвидационного бортового блока управления на основании множественных показаний датчиков-сигнализаторов высокой температуры, являющейся командой на одновременный подрыв пиропатронов, за счет чего производят фрагментацию КА на модули с массогабаритными характеристиками, гарантирующими полное их сгорание в атмосфере.

2. Устройство для фрагментации КА в плотных слоях атмосферы, включающее ликвидационный бортовой блок управления, пиропатроны, отличается тем, что содержит: автономную электрическую сеть, имеющую свою маломощную аккумуляторную батарею, имеющую возможность подзаряда от основных источников питания на борту КА; датчики-сигнализаторы высокой температуры по типу плавкого предохранителя; под каждое из силовых соединений модулей конструкции КА заложен пиропатрон; ликвидационный бортовой блок управления и автономная электрическая сеть, за исключением датчиков-сигнализаторов, имеют теплозащиту.

Идея искусственной фрагментации КА в плотных слоях атмосферы в том или ином исполнении является в настоящий момент, безусловно, новой и отвечающей критерию «изобретательский уровень» в отношении всех своих отличительных признаков. Идея может иметь различную реализацию. Сущность ее представлена на фиг. 1 и фиг. 2.

Введены следующие обозначения:

- 1 - сотовые панели с различным оборудованием;
- 2 - штанга с солнечной батареей;
- 3 - модули платформы бесконтейнерного КА либо иного каркасного сооружения;
- 4 - маховик гироскопа;
- 5 - жесткая сцепка - силовые соединения, например, обручи;
- 6 - пиропатроны;
- 7 - места жестких сцепок (креплений);
- 8 - ликвидационный бортовой блок управления;
- 9 - автономная электрическая сеть;
- 10 - датчики-сигнализаторы высокой температуры;
- 11 - основной источник питания на борту КА.

На фиг. 1 для более полной картины приведены принципиально важные для изобретения составляющие конструкции КА в обозначениях 1-4.

Устройство для фрагментации КА в плотных слоях атмосферы включает: ликвидационный бортовой блок управления 8 для автоматической работы; автономную электрическую сеть 9, имеющую свою маломощную аккумуляторную батарею, имеющую возможность подзаряда от основных источников питания на борту КА 11; датчики-сигнализаторы высокой температуры 10 по типу плавкого предохранителя; пиропатроны 6. Под каждое из силовых соединений 5 модулей конструкции КА заложен пиропатрон. При одновременном подрыве пиропатронов происходит разрушение единой конструкции КА на модули. Размер модулей гарантирует полное их сгорание в плотных слоях атмосферы. Сигналом к началу ликвидации является повышение температуры на борту КА до критической, закладываемой в характеристику температурных датчиков-сигнализаторов 10. Каждый из модулей конструкции КА имеет массу, не превышающую 90 кг.

Способ ликвидации КА, уведенных с рабочих орбит в плотные слои атмосферы, заключается в том, что КА модульного типа автоматически прекращает свое существование в плотных слоях атмосферы как единое целое по команде, выдаваемой от ликвидационного бортового блока управления 8 на основании множественных показаний датчиков-сигнализаторов высокой температуры 10, размещенных в местах, наиболее полно характеризующих тепловую обстановку. Важно, чтобы КА состоял не только из функциональных (логистических), но и из реальных (физических) блоков-модулей. Под все места жесткой сцепки модулей (силовые соединения) закладываются пиропатроны 6 для проведения качественного «минирования». Проводят одновременный, то есть залповый подрыв пиропатронов 6, позволяющий произвести фрагментацию КА на исходные модули. Такой подход к изготовлению КА отвечает критерию «Новизна». И такой подход вполне реализуем, поскольку нет изделий, которые невозможно было бы изготовить в блочно-модульном варианте.

Скорее всего, характерный радиус разделенных частей КА может составлять порядка 0,2 м. Иначе придется закладывать большое количество пиропатронов, что совершенно излишне в условиях наличия атмосферы. При плотности алюминия 2712 кг/м^3 масса таких фрагментов составляет 90 кг соответственно. Распад КА на модули должен носить

слабовзрывной характер. Перигеи орбит всех разлетающихся модулей-фрагментов КА будут находиться на высотах этих слоев, значит, за часы (это максимум) все эти модули сгорят в атмосфере Земли. Чего не скажешь о прототипе.

Изобретение обладает экологической ценностью и является малозатратной технологией.

(57) Формула изобретения

1. Способ ликвидации космических аппаратов (КА), уведенных с рабочих орбит в плотные слои атмосферы, включающий задание мест установки пиропатронов, их закладку на борт КА, отличающийся тем, что КА модульного типа автоматически прекращают существование в плотных слоях атмосферы как единое целое по команде, выдаваемой от ликвидационного бортового блока управления на основании множественных показаний датчиков-сигнализаторов высокой температуры, являющейся командой на одновременный подрыв пиропатронов, за счет чего производят фрагментацию КА на модули с массогабаритными характеристиками, гарантирующими полное их сгорание в атмосфере.

2. Устройство для фрагментации КА в плотных слоях атмосферы, включающее ликвидационный бортовой блок управления, пиропатроны, отличающееся тем, что

содержит: автономную электрическую сеть, имеющую свою маломощную аккумуляторную батарею, имеющую возможность подзаряда от основных источников питания на борту КА; датчики-сигнализаторы высокой температуры по типу плавкого предохранителя; под каждое из силовых соединений модулей конструкции КА заложен 5 пиропатрон; ликвидационный бортовой блок управления и автономная электрическая сеть, за исключением датчиков-сигнализаторов, имеют теплозащиту.

10

15

20

25

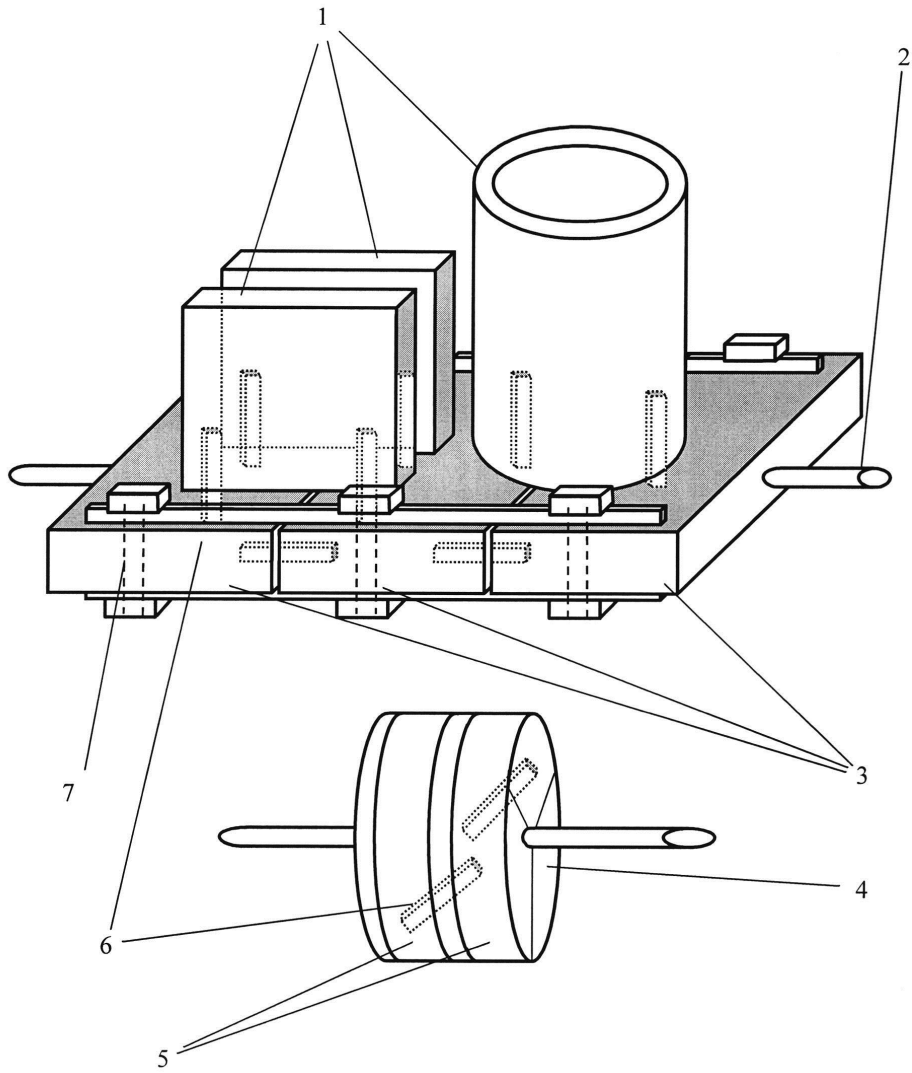
30

35

40

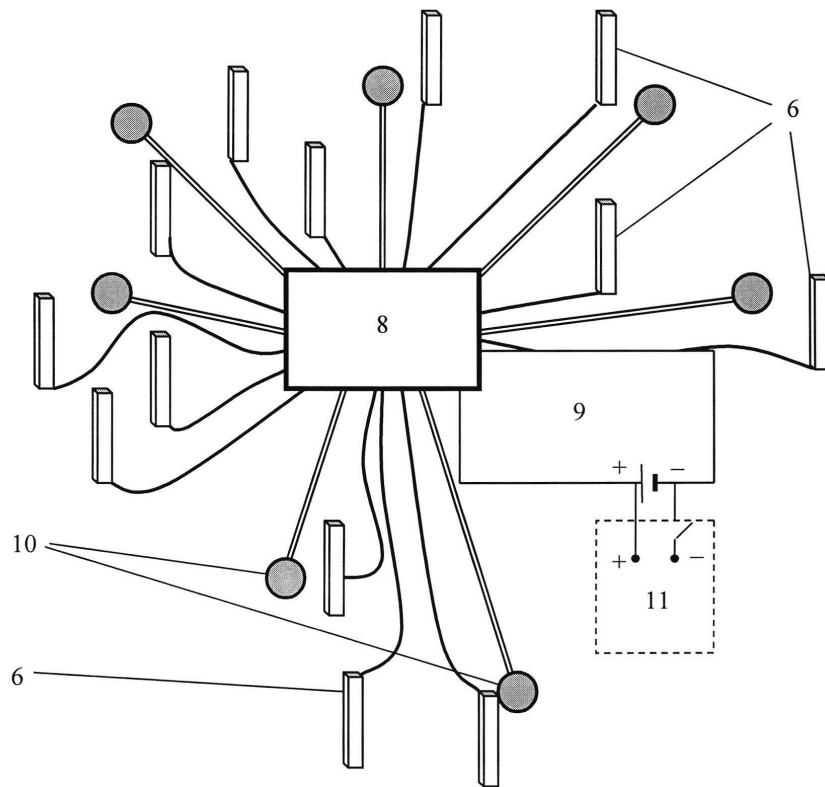
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2